

Feststellung der posttraumatischen
Arthrosis deformans des Tibiakopfplateaus
durch tomographische Untersuchung

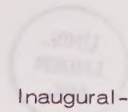
CHRISTINE BECKER

1976

Aus der Chirurgischen Klinik der Universität München

Direktor: Prof. Dr. Heberer

FESTSTELLUNG DER POSTTRAUMATISCHEN
ARTHROSIS DEFORMANS DES TIBIAKOPFPLATEAUS
DURCH TOMOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG



Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Christine Becker

aus

München

1976



Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. Bedacht

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Heberer

Dekan: Prof. Dr. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 27.7. 1976



GLIEDERUNG

A: Anatomie des Kniegelenkes

Verletzungsarten:

- a) Knöchernen Frakturen
- b) Verletzungen des Bandapparates
- c) Meniscusverletzungen

Behandlungsmethoden

- a) konservativ
- b) operativ
- c) Nachbehandlung

Zur Pathogenese der posttraumatischen Arthrosis deformans

Untersuchungsmethoden zur Erfassung der Arthrosis deformans:

- a) klinisch
- b) radiologisch
 - Tomographie
 - Arthrographie

B: Fragestellung

Kasuistik

C: Diskussion

D: Zusammenfassender Bericht

E: Literaturverzeichnis

ANATOMIE DES KNIEGELENKS

Knöcherner Aufbau der Tibia

Das Kniegelenk, *Articulatio genus*, wird durch den *Condylus femoris* und das *Caput tibiae* gebildet, welche direkt mittels Bandapparat und Gelenkkapsel vereinigt sind.

Der proximale *Condylus tibiae* enthält die Gelenkknorren, welche wiederum Träger der eigentlichen *Facies articularis superior tibiae* sind, die sich in einen lateralen und medialen Anteil unterteilen läßt, wobei beide überknorpelt erscheinen.

Diese Trennung erfolgt durch die *Eminentia intercondylica*, die in zwei Höckern, dem *Tuberculum intercondylare mediale et laterale*, gipfelt.

Die ventral und dorsal davon liegenden, nicht mit Knorpel überzogenen Konsolenflächen bilden kleine flache Gruben (*Area intercondylaris anterior et posterior*). Das latero-distal vom Tibiakopf liegende *Corpus fibulae* hat keine eigentliche Gelenkfunktion und ist durch eine Syndesmose mit dem proximalen Schienbein verbunden. Die Tibia weist als Besonderheit unterhalb des *Margo anterior* eine deutlich prominente Rauigkeit, die *Tuberositas tibiae* auf.

Menisci und Bandapparat

Sozusagen als "Pufferung" der nicht aufeinander abgestimmten Gelenkflächen des Femur und der Tibia, dienen die Menisci (*Meniscus medialis et lateralis*), welche mit dem Schienbein ein Gelenk bilden



Digitized by the Internet Archive
in 2026

(Articulatio menisco-tibialis). Sie erscheinen als am Rande keilförmig aufgeworfene, sichelförmige Gebilde, die partiell auf der Tibia verschieblich sind, wobei der mediale Meniscus großbogiger gekrümmt ist als der laterale.

Die räumliche Anordnung der Menisci und Gelenkflächen ergibt eine mit den convexen Condylen des Femurs korrespondierende konkave Fläche, die sich bei Bewegungen verformt und entsprechend gut anpaßt.

Man unterscheidet ein Vorderhorn (cornu anterior), ein Hinterhorn (cornu posterior) und einen Meniscuskörper (pars intermedia menisci). Die Fixation erfolgt an mehreren Punkten, wobei die Verhältnisse tibial und fibular etwas unterschiedlich sind.

1. Insertion beider Menisci im Bereich der Area intercond. anterior
2. Insertion beider Menisci im Bereich der Area intercond. posterior
3. Verwachsung des medialen Meniscus mit dem Lig. collaterale mediale im Unterschied zum lateralen Meniscus.

Schema der Insertion von Kreuzbändern und Meniscen im Bereich der Tibiakonsole



Die Art dieser Verstrebung erlaubt eine Verschieblichkeit des Menisci z. B. bei Beugung, wobei der laterale Meniscus passiv stärker beweglich und verformbar ist als der mediale.

Seitenbänder

Funktionell wird die Beugung und Streckung im Kniegelenk in "achsen-gerechter Führung" durch die Ligamenta collateralia (Seitbänder) gehalten. Das fibulare Seitband verläuft vom Epicondylus lateralis femoris nach distal zum Caput fibulae und ist teilweise mit der lateralen oberen Gelenkkapsel "verwoben".

Das tibiale Seitband zieht vom Epicondylus medialis femoris unter Verflechtung mit dem Meniscus und der Gelenkkapsel nach dem medialen cranialen Corpus tibiae.

Kreuzbänder

Der Zugang zu den im Kniegelenk liegenden Kreuzbändern wird über die ventrale Kapsel oder über das dorsal mit der Gelenkkapsel verwachsene Ligamentum popliteum obliquum erreicht.

Das Ligamentum cruciatum anterius entspringt an der inneren Fläche des Condylus lateralis nahe deren unterem Rande. Es steigt als abgeplattetes Bündel schräg nach vorn und medial zur Area intercondylaris anterior zwischen den vorderen Ansätzen beider Menisci (vorherige Abbildung).

Das Ligamentum cruciatum posterius geht breit und fächerförmig von der äußeren Fläche des Condylus medialis aus, verschmälert sich zu einem

abgeplatteten Strang und läuft etwas schräg dorso-distal und fibularwärts zur Area intercondylaris posterior mit Insertionsfläche hinter dem Ansatz beider Menisci (siehe vorherige Abb.). Die beiden Kreuzbänder weisen eine x-förmige Anordnung auf. In Außenrotation wickeln sie sich gleichzeitig ab, entfernen sich voneinander und erschlaffen. Konträr dazu zeigt die Innenrotation Annäherung beider Bänder sowie Aufwicklung bei angespannten Verhältnissen. Die Folge ist eine Hemmung der Innenrotation. Die Art der "Kreuzbandkonstruktion" ist so, daß bei allen Rotationsbewegungen eine Spannung bei etwa nur der Hälfte des Bandanteils festgestellt werden kann. Diese Bänder sind somit eine Art Sicherung des Gelenkes, was besonders bei Kniegelenksbeugung -Erschlaffung der Seitbänder- zur Geltung kommt.

VERLETZUNGSARTEN

Tibiakopfbrüche:

Für die Entstehung einer posttraumatischen Arthrosis deformans kommt neben den Bandverletzungen am Kniegelenk und den Meniskusverletzungen den Tibiakopfbrüchen wegen der Häufigkeit ihres Vorkommens besondere Bedeutung zu.

Rund 15 % aller Brüche sind im Unterschenkel lokalisiert und 6 % aller Unterschenkelbrüche betreffen den Schienbeinkopf (Junghanns²³, Becker⁵). Brüche des Schienbeinkopfes sind für die spätere Funktion des betroffenen Beines von besonderer Bedeutung, weil sie mit intra-articulären Verletzungen, so mit Verwerfungen und Zerstörungen in den Schienbeinkopf Gelenkflächen, mit Ausrissen der Eminentia intercondylica, mit Kreuzbandschäden und Seitenbandverletzungen, mit Verletzungen der Menisci, ja sogar mit Verletzungen des dorsal verlaufenden Gefäßnervenstranges kombiniert sein können.

Schienbeinkopfbrüche entstehen durch Stürze aus großer Höhe, durch Verkehrsunfälle bei Autofahrern, bei Motorradfahrern, bei Radfahrern und auch bei Fußgängern, wenn diese von den vorher aufgeführten Verkehrsteilnehmern angefahren werden. 5 - 10 % der schweren Trümmerbrüche und 1 - 2 % der leichteren monocondylären Brüche sind offene Verletzungen (Baumgartl²).

Die Brüche können nach den anatomischen Verhältnissen eingeteilt werden in:

Monocondyläre Brüche (70 %)
Bicondyläre Brüche (15 %) und
Infracondyläre Brüche (15 %)

(nach Baumgartl²).

In Bezug auf Bruchform und Gelenkfläche können neben Fissuren die Spaltbrüche von Impressionsbrüchen getrennt werden.

Die monocondylären Brüche können unter Berücksichtigung von Bruchform und Behandlung sowie im Hinblick auf die zu erwartenden Ergebnisse in 4 Gruppen unterteilt werden:

1. Gruppe: Nach Ender¹⁶ sind ca. 43 % der monocondylären Brüche lediglich Fissuren, kleinere Eindellungen oder kleinere Absprengungen. Rund 12 % der monocondylären Brüche weisen geringfügige Impressions in den Gelenkflächen ohne Stabilitätsverlust auf.
2. Gruppe: (ca. 17 % der monocondylären Schienbeinkopfbrüche)
Die Festigkeit des Kniegelenks ist vermindert, das kontralaterale Seitenband kann zerrissen sein und in manchen Fällen kann das Fibulaköpfchen abgetrennt sein.
3. Gruppe: (ca. 10 % der monocondylären Brüche)
Der abgesprengte Teil ist weit nach lateral verlagert, sodaß ein typischer Spaltbruch entsteht, in den kleinere, nicht wesentliche Gelenkflächenanteile eingestaucht sein können. Festigkeitsverlust des Gelenkes tritt auf. Als Nebenverletzungen sind häufig zu verzeichnen: Riß des kontralateralen Seitenbandes und in seltenen Fällen Meniskusverlagerungen in den Bruchspalt.

4. Gruppe: (18 % der monocondylären Brüche)

Die gesamte oder fast gesamte Schienbeinkopfhälfte ist als Ganzes oder in mehrere Fragmente zerlegt in den Schienbeinkopf eingetrieben und außerdem noch gekippt. Daraus resultieren Verbreiterung des Schienbeinkopfes und starker Festigkeitsverlust. Häufige Nebenverletzungen sind: Verlagerung eines Meniskus und Zerreißung des kontralateralen Seitenbandes.

Die bicondylären Schienbeinkopfbrüche (17 % der Schienbeinkopfbrüche nach Ender) werden eingeteilt in Y-, V- und T-förmige bicondyläre Schienbeinkopfbrüche, wobei berücksichtigt werden muß, daß bei jeder der genannten Bruchform die proximalen Anteile im Sinne einer Ante-kurvation oder Rekurvation verschoben sein kann. Nach Böhler wird deshalb unterschieden in (Y-, V-, T-förmige) bicondyläre Brüche mit Antekurvation und bicondyläre Brüche mit Rekurvation.

Eine Sonderform der bicondylären Brüche stellen die infracondylären Brüche dar. Sie sind dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptverschiebung unterhalb des Kondylenmassivs liegt. Es fehlen hierbei stärkere Verformungen der Gelenkflächen des Schienbeinkopfes. Je nach Form der Bruchspalten können hier infracondyläre T-förmige, infracondyläre V-förmige und infracondyläre Splitterbrüche unterschieden werden.

Die Trümmerfrakturen des Schienbeinkopfes mit starker Dislokation der Bruchstücke stellen die schwersten Verletzungen des Schienbeinkopfes mit der ungünstigsten Prognose dar. Ähnlich wie bei den infra-

condylären Splitterbrüchen sind auch hier schwere Nebenverletzungen (Zerreißen von Gefäßen und Nerven, Hautschäden) möglich.

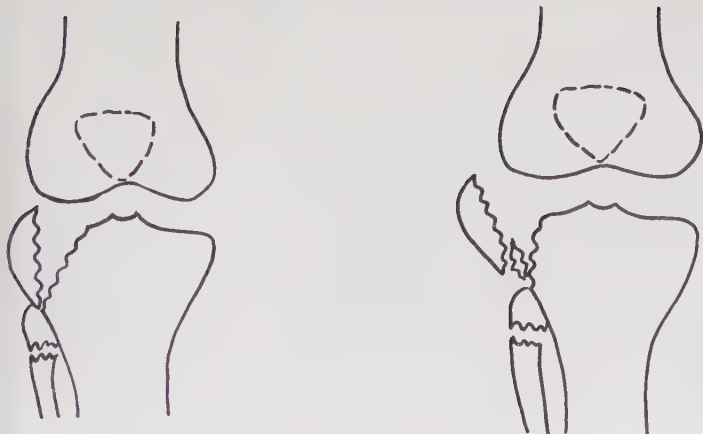
Im Gegensatz zu den geschlossenen Verletzungen stehen die offenen Brüche des Schienbeinkopfes (meist bei bicondylären und Trümmerbrüchen). Sie sind wegen der Knochenverletzung in Kombination mit Eröffnung des Kniegelenkshöhle in besonders hohem Maße infektionsgefährdet.

MONOCONDYLÄRE BRÜCHE

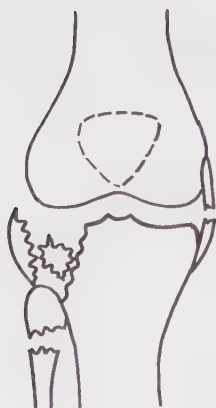


Gruppe 1





Gruppe 3

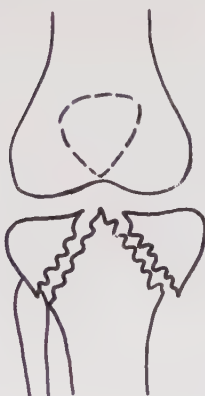


Gruppe 4

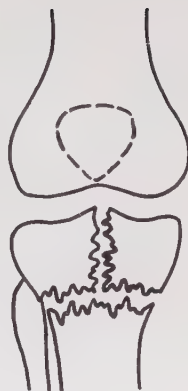
BICONDYLÄRE BRÜCHE



Y-Form



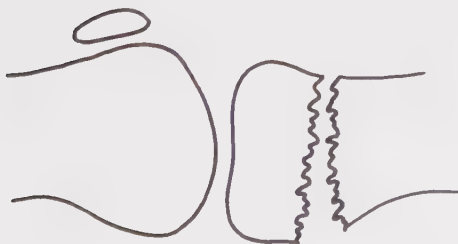
V-Form



T-Form

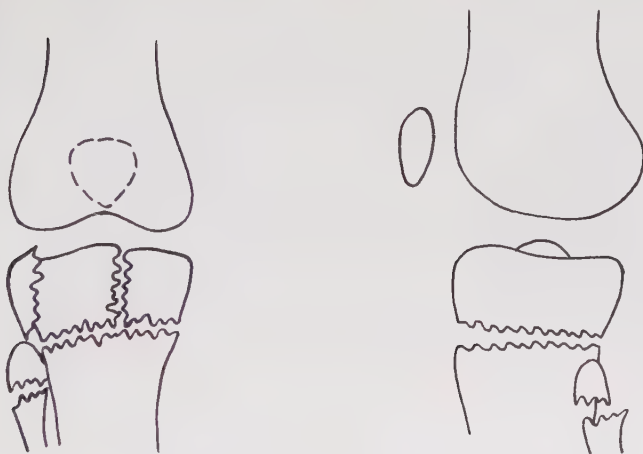


Antekurvatur

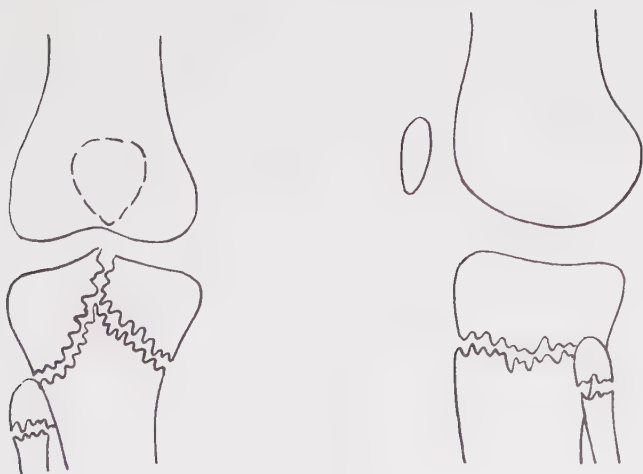


Rekurvatur

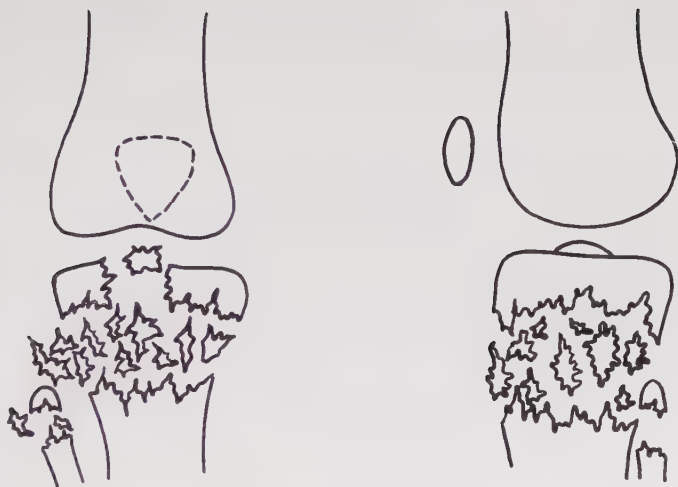
INFRACONDYLÄRE BRÜCHE



T-Bruch



Y-Bruch



Splitterbruch

(Schema nach Baumgartl)²

Brüche der Eminentia intercondylica:

Brüche der Eminentia intercondylica entstehen durch übermäßigen Zug der Kreuzbänder an ihren distalen Insertionsstellen. Wirkt die Kraft von vorne gegen das gestreckte Kniegelenk ein, so spannt sie das vordere Kreuzband an und bei genügender Intensität kann ein kleineres oder größeres Knochenstück gelöst werden.

Trifft die Gewalt bei rechtwinkelig gebeugtem Kniegelenk von vorne gegen den Schienbeinkopf, so spannt sich das hintere Kreuzband an und es kann eine Knochenlamelle aus dem dorsalen Anteil der Eminentia intercondylica herausgerissen werden. Diese Art der Verletzung kommt jedoch sehr selten vor, nach Jonasch²² nur bei 0,04 %.

Die Fraktur des Kreuzbandhöckermassivs läßt sich in 3 Formen einteilen:

1. Leichte Fälle: geringfügige Erhebung des vorderen Massivrandes aus seinem Bett, der knöcherne Kontakt mit der Schienbeingelenkfläche ist meist noch vorhanden.
2. In schwereren Fällen kann es zur Loslösung der gesamten vorderen Hälfte, bzw. des gesamten Massivs kommen, sodaß dieses den Kontakt mit dem Knochenbett verliert.
3. Zusätzlich ist noch eine Rotation des abgesprengten Massivs um seine Achse möglich.

Diese Frakturtypen sind meist nur bei Jugendlichen typisch, sehr selten kann man sie auch bei Erwachsenen beobachten. Meistens ist es bei Jugendlichen ein direktes Trauma, das die Vorderseite des gebeugten

Kniegelenkes trifft und den Femur auf die fixierte Tibia nach hinten treibt (Smillie⁴⁵). Die isolierten Frakturen eines Tuberculum betreffen meistens das mediale, wobei der Unfallmechanismus ähnlich ist wie bei den Frakturen des gesamten Massivs.

AUSSRISS DER EMINENTIA INTERCONDYLICA



(Schema nach H.J. Serfling)⁴⁴

Distale Oberschenkelbrüche

Die distalen Oberschenkelbrüche können ebenfalls auslösender Faktor einer posttraumatischen Arthrosis deformans sein. Verheilen supracondyläre Brüche in Achsenfehlstellungen, so bewirken sie eine unphysiologische Belastung der Gelenkflächen und führen zu umschriebener Degeneration des Gelenkknorpels. Die Femurcondylenbrüche reichen meist bis ins Gelenk, sodaß gleichzeitig mit der Knochenverletzung eine Traumatisierung des Gelenkknorpels gepaart ist. Daneben können sie aber ebenfalls bei unsachgemäßer Reposition und Fixation der Fragmente in Achsenfehlstellung verheilen und somit eine veränderte Statik im Kniegelenk nach sich ziehen.

Etwa 1/5 bis 1/8 aller Oberschenkelbrüche bei Erwachsenen betreffen den distalen Oberschenkel knapp über den Condylen (Baumgartl²). Bei Kindern stellen sie eine sehr seltene Verletzung dar.

Die sogenannten supracondylären Oberschenkelbrüche entstehen durch Längsstauchung bei Autounfällen, durch Stürze aus großer Höhe, durch Aufprallen auf Hindernisse, durch Aufschlagen schwerer Gegenstände und ähnliche Gewalteinwirkungen. Es kommen Querbrüche, Längsbrüche, Schrägbrüche und selten Drehbrüche vor. Splitterbrüche werden häufig nach Auffahrunfällen gesehen.

Die supracondylären Oberschenkelbrüche können kompliziert sein durch Verletzung von Haut, Nerven und Gefäßen und durch Eröffnung des oberen Recessus. Die schwerste Komplikation ist die unfallbedingte Kompression oder Ruptur der Arteria poplitea.

Alle Femurcondylenbrüche sind Gelenkbrüche, da die Bruchspalten bis

in die Gelenkhöhe reichen. Verschiebungen der knöchernen Gelenkkörper haben zur Folge, daß Achsenabweichungen im Sinne von X- oder O-Deformierungen entstehen. Durch diese Achsenabweichungen können sich zusätzlich Festigkeitsverluste im Bandapparat einstellen. Die Brüche können, entsprechend dem Verlauf der Frakturlinie, eingeteilt werden in monocondyläre, bicondyläre und dorsale Rollenbrüche.

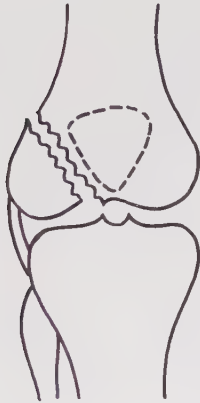
Die monocondylären Oberschenkelbrüche entstehen bei seitlichem Einknicken unter hoher Belastung, z.B. bei Stürzen aus größerer Höhe oder manchmal durch Längsstauchung. Wegen der physiologischen X-Beinstellung ist nach Baumgartl² der fibuläre Oberschenkelcondylus wesentlich häufiger betroffen als der tibiale. Je stärker die Gewalteinwirkung, um so größer ist die Fragmentverschiebung und der Festigkeitsverlust. Der Frakturspalt verläuft gewöhnlich von der Fossa intercondylica schräg zum Übergang der Metaphyse in den Oberschenkelschaft. Höhenverschiebungen des abgebrochenen Condylus führen zu X- oder O-Beinstellungen, Verschiebungen in der Sagittalebene zu Verdrehungen des Unterschenkels gegenüber dem Oberschenkel. Zusätzlich kann der abgebrochene Condylus auch noch gekippt sein.

Die bicondylären Oberschenkelbrüche entstehen durch Gewalteinwirkung gegen die Vorderseite des gebeugten Kniegelenkes bei Stürzen auf das gebeugte Kniegelenk, Längsstauchungen des Beines, Anprall des gebeugten Kniegelenkes gegen Hindernisse usw. Bei geringerer Gewalteinwirkung resultieren sog. Spaltbrüche, d. h. knöcherne Verletzungen mit feinen Fissuren ohne Fragmentverschiebung. Meist ist jedoch die einwirkende Gewalt so stark, daß die Gelenkknorren auseinanderge-
schlagen und mehr oder weniger verschoben werden. Es finden sich dann

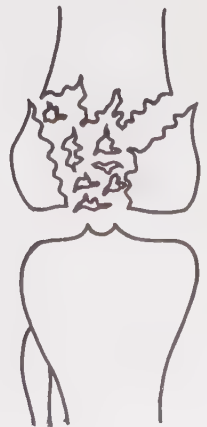
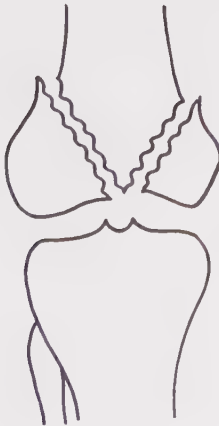
bicondyläre Y-, T- oder V-Frakturen. Bei Gewalteinwirkung von vorn wirkt die Kniescheibe wie ein Meißel, der die Condylen zerteilt. Zuweilen frakturiert dabei auch die Kniescheibe. Sehr starke Gewalten zerteilen den Knochen in viele Splitter, die Condylen werden nach proximal gestaucht und der Oberschenkelstumpf drückt die Fragmente auseinander, es resultiert daraus eine Trümmerfraktur. Bei ungleicher Höheneinstellung der Condylen kommt es zu einer Achsendeviation im X- oder O-Sinne.

Brüche der dorsalen Rollenabschnitte entstehen meist durch direkte, selten durch indirekte Gewalteinwirkungen. Sie betreffen entweder nur den einen oder auch beide Condylen im Sinne der sogenannten Meißelbrüche, d. h. es kommt zur Abspaltung des gesamten oder partiellen dorsalen Rollenabschnittes. Eine Dislokation der Fraktur wird durch den Zug nach caudal vom M. gastrocnemius bewirkt.

MONOCONDYLÄRER OBERSCHENKELBRUCH



BICONDYLÄRE OBERSCHENKELBRÜCHE



en oder Spaltbrüche
ne Verschiebung

Bicondyläre Brüche
mit Verschiebung

Bicondyläre Splitter
brüche

BRUCH DES DORSAL EN RÖLLENABSCHNITTES



(Schema nach Baumgartl)²

Patellabrüche

Baumgartl und Seling³ verwiesen auf die Wichtigkeit eines voll funktionsfähigen Femoro - Patellargelenkes für die Entstehung einer posttraumatischen Arthrosis deformans. Minderbelastbare Femoro - Patellargelenke, dazu zählen neben anlagebedingten Anomalien auch traumatisch geschädigte Gelenke mit Verwerfungen der Gelenkflächen, disponieren ihrer Meinung nach zu einer Arthrose.

Die Kniescheibenbrüche können durch direkte oder indirekte Gewalteinwirkung zustande kommen. Ein Sturz auf das gebeugte Kniegelenk oder ein Anprall gegen die Vorderfläche des Kniegelenkes bei einem Beugungswinkel von etwa 110° - 90° und bei gleichzeitig angespanntem oder kontrahiertem M. quadriceps führt zu einer d i r e k t e n Patellafraktur. In etwa 5,8 % der Fälle kommt es dabei zu Stern- oder Trümmerbrüchen.

Riß- und Biegungskomponenten wirken beim i n d i r e k t e n Patellabruch zusammen, die eine Entstehung von Querbrüchen - mit und ohne Diastase - begünstigen. Etwa 28 % aller Patellafrakturen entstehen durch indirekte Gewalteinwirkung. Eine Kombination von direkter und indirekter Fraktur ist die Stoß- Rißfraktur, bei der nach einer Stoßfraktur mit anschließender starker Kniegelenksbeugung nachträglich der Reservestreckapparat einreißt.

Nach dem Verlauf der Bruchlinien und der Fragmentdiastase werden

folgende Patellafrakturen unterschieden:

- a) Querbrüche
- b) Längsbrüche
- c) Trümmerbrüche
- d) Sternbrüche
- e) Schrägbrüche
- f) Fissuren und kleine Randabbrüche

- a) Bei den Querbrüchen zieht die Bruchlinie quer durch die Kniescheibe, meist durch das mittlere Drittel oder durch den unteren Pol, seltener durch das craniale oder caudale Drittel. Sehr selten sind doppelte Querbrüche.

Sie stellen die häufigste Bruchform unter den Kniescheibenbrüchen dar (nach Bedacht - Meyer - Wilhelm⁶ 80 %, nach Schönbauer⁴³ - Böhler⁷ 76,3 %, nach Baumgartl² 51,5 %).

- b) Die Längsbrüche kommen nach Schönbauer⁴³ - Böhler⁷ in 12,5 % und nach Baumgartl² in 7,2 % vor.

Der Bruchspalt zieht in der Längsrichtung durch die Kniescheibe und zwar meist durch den fibularen Teil der Patella. Sie werden verursacht durch vertikal auftreffende, schneidende Gegenstände. Deshalb handelt es sich meist um offene Frakturen. Als begünstigendes indirektes Moment wirken der Zug der Mm. vastus tensor fasciae latae und gluteus maximus.

- c) Bei den Trümmerbrüchen ziehen die Frakturlinien unregelmäßig, meist senkrecht zur Frontalebene durch die Kniescheibe. Die Grösse der Bruchstücke schwankt sehr und die Diastase zwischen den einzelnen Fragmenten beträgt oft mehr als 5 mm. Häufig sind die

Fragmente verworfen und in sich zusammengestaucht. Sie erinnern an Sternbrüche, ihre Prognose ist aber wesentlich ungünstiger zu stellen.

Sie kommen nach Böhler⁷ und Schönbauer⁴³ in 5,8 %, nach Baumgartl² in 21,6 % vor.

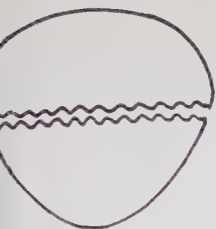
- d) Ebenso wie bei der Trümmerfraktur kann ein schweres direktes Trauma (wie Schlag oder Stoß) auch zu einem Sternbruch führen. Dabei wird die Kniescheibe durch mehrere, senkrecht zur Frontalebene verlaufende Bruchspalten sternförmig zerrissen. Die obere und die untere Kniescheibenhälfte sind in der Regel nicht mehr erhalten. Die Diastase zwischen den Fragmenten beträgt weniger als 5 mm. Die Bruchstücke sind weder verworfen noch zusammengestaucht.
- Ihre Häufigkeit wird nach Böhler⁷ und Schönbauer⁴³ mit 3,4 %, nach Baumgartl² mit 6,2 % bemessen.
- e) Die Schrägbrüche besitzen den gleichen Entstehungsmechanismus wie die Querbrüche, zu denen sie im allgemeinen gezählt werden. Sie zählen zu den sehr seltenen Bruchformen (nach Böhler⁷ und Schönbauer⁴³ 0,7 %). Der Bruchspalt zieht senkrecht zur Stirnebene und in einem spitzen Winkel zur Horizontalebene durch die Kniescheibe.
- f) Die Fissuren und Abrisse in den Gelenkfacetten bleiben im sagittalen und seitlichen Strahlengang des Röntgenbildes oft unerkant. Sie sind am besten im axialen Strahlengang zu sehen. Meist handelt es sich nur um geringe Stufenbildungen und

kleine Absprengungen, die aber, wenn sie unerkannt geblieben sind, lang anhaltende und recidivierende Ergüsse auslösen können.

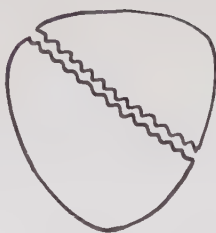
Seltene Bruchformen sind die Schußbrüche der Patella und der Frontalbruch, der wegen zwei unterschiedlich großen und hintereinander geschalteten Knochenschalen auch als sogenannter Austernschalenbruch bekannt ist.

Nicht ganz so selten sind dagegen die Formen, bei denen die Kniescheibe aus dem Ansatz des Lig. patellae herausgerissen wird. Sie werden als "subcutane Ausreißungen des Patellarknochens", als "Eierschalenbrüche" oder als "basale Kniescheibenbrüche" bezeichnet.

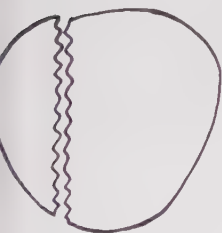
PATELLABRÜCHE



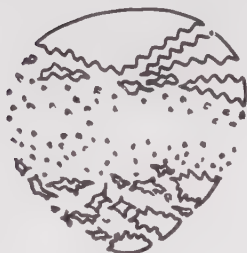
Querbruch



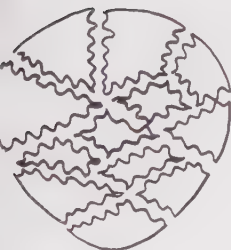
Schrägbruch



Längsbruch



Schußbruch

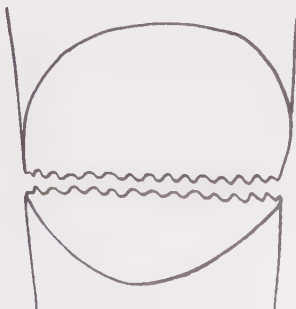
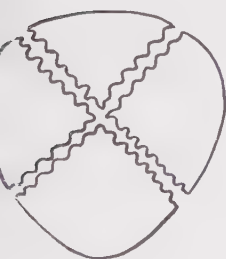


Trümmerbruch



Bruch in der Frontalebene

(Schema
nach
Baumgartl)²



Verletzungen des Bandapparates

Der Bandapparat am Kniegelenk sorgt für Stabilität und eine sichere Gelenkführung beim Bewegungsablauf. Sind ein oder mehrere Bänder verletzt, so ist diese Stabilität nicht mehr gewährleistet. Es resultiert daraus ein Knieschlottergelenk, eine der Voraussetzungen für eine später sich entwickelnde Arthrosis deformans infolge der unphysiologischen Belastung des Gelenkknorpels und der dabei auftretenden Reibkräfte auf die Gelenkflächen.

Das Ausmaß der Bandverletzungen ist von der Stärke der Gewalteinwirkung abhängig:

1. die Zerrung
2. die Dehnung
3. die Zerreißung und
4. die Zerreißung des Seitenbandes mit gleichzeitiger Zerreißung eines oder beider Kreuzbänder und des hinteren Kapselanteils.

Unter den Seitenbändern spielen die Innenbandverletzungen die wichtigste Rolle. Sie kommen am meisten vor (nach Pirker - Wunderlich³⁴ 4 mal häufiger als Außenbandverletzungen) und sind durch die nicht seltenen Mitverletzungen des inneren Bandsystems (Kapselzerreißung, Innenmeniscusverletzung, Zerreißung des vorderen Kreuzbandes) am schwerwiegendsten (nach J. Rehn³⁸ stellen die Verletzungen des Innenbandes 56 %, die Verletzungen des Außenbandes 11 % dar). Die Verletzung des Lig. collaterale tibiale erfolgt bei Gewalteinwirkung auf das gestreckte Bein von seitwärts oder bei gewaltsamer Auswärtsrotation des Unterschenkels unter gleichzeitiger Abknickung im X-Sinne. Da es mit dem medialen Meniscus und der Gelenkkapsel verwachsen ist, werden diese meist mitverletzt.

Bei der wesentlich selteneren Verletzung des Außenbandes ist der Ansatz am Wadenbeinköpfchen am häufigsten betroffen. Seine Verletzung erfolgt beim maximalen Durchbiegen des gebeugten Kniegelenks nach außen.

Kreuzbandzerreißen kommen als alleinige Verletzungen selten vor. Zerreißen des hinteren Kreuzbandes sind viel seltener als diejenigen des vorderen (80 % nach Bechtold⁴). Häufig besteht gleichzeitig ein Abrißbruch der Kreuzbandhöcker, seltener ein knöcherner Ausriß am Ansatz der Oberschenkelrollen. Wird der Oberschenkel gegen den Schienbeinkopf gewaltsam nach vorn oder hinten verschoben oder geschieht das gleiche am Schienbeinkopf im Verhältnis zu den Oberschenkelrollen, dann werden die Kreuzbänder überdehnt oder sie zerreißen. Beim Sport führen übertriebene Drehungen des Unterschenkels nach innen oder außen zu Kreuzbandverletzungen. Besonders häufig kommen diese Verletzungen beim Fußball-, Ski- und Motorradsport vor.

Die Bandverletzungen kommen zwar auch isoliert vor, häufig jedoch bilden sie bei knöchernen Frakturen, speziell bei Tibiakopffrakturen, ein sogenanntes Kombinationstrauma, wobei die knöchernen Verletzungen gleichzeitig eine Bandverletzung hervorrufen, wie auch umgekehrt eine Zerrung eines Bandes zu einer Knochenabspaltung an der Ansatzstelle führt.

Als Folgeerscheinung eines Bandschadens ist ein chronischer Gelenkerguß möglich, der sich durch eine primäre Mitverletzung der Kapsel oder aber auch infolge einer Kapselreizung durch die Wackelbeweglichkeit entwickeln kann. Eine Arthrosis deformans ist, wie schon erwähnt, zu erwarten, wenn der funktionelle Ausfall nicht ausgeglichen

wird und so die normalen statischen Verhältnisse im Kniegelenk wieder hergestellt werden.

Zu erwähnen ist noch, daß nach Innenbandverletzungen eine sehr häufig zu beobachtende Folgeerscheinung der sog. *Stieda - Pellegrini - Schatten* ist, ein kalkdichter Schatten an der Knieinnenseite. Entgegen der Ansicht der beiden erstbeschreibenden Autoren handelt es sich in den meisten Fällen nicht um knöcherne Ausriße im oberen Epicondylus-Bereich, sondern um sekundäre parossale Knochenneubildungen, sozusagen eine *Fibrosis ossificans* im Bereich des *M. adductor magnus*, des *M. gracilis* oder des *Lig. collaterale mediale*. Funktionell sind geringe Knochenneubildungen dieser Art bedeutungslos, größere dagegen beeinträchtigen die Funktion und führen unter Umständen zu leichten Beugekontrakturen.

Meniscusverletzungen

Ein geschädigter Meniscus kann für eine Arthrosis deformans Bedeutung gewinnen wenn er verletzt für längere Zeit im Gelenk verbleibt, da er auf die Dauer dort wie ein Fremdkörper wirkt und fördernd auf die Verschleißvorgänge des Gelenkknorpels einwirkt.

Groh¹⁸ unterscheidet nach der Entstehung des Meniscusschäden 4 Formen:

1. den frischen Unfallriß
2. den Spätschaden nach Unfallriß (sekundäre Degeneration)
3. den Spätschaden nach Schlotterknie (pseudoprimäre Degeneration)
4. die Spontanlösung (primäre Degeneration).

Krömer²⁵ und Schaer⁴⁰ gelangen zu folgender Einteilung:

1. traumatische Meniscusschäden
 - a) einzeitig traumatische, unfallbedingte Meniscusverletzungen (selten)
 - b) mehrzeitig traumatische, unfallbedingte Meniscusverletzungen (häufig)
2. Meniscusschäden (Meniscopathie) durch berufliche Überbeanspruchung (Arbeitsschäden, Berufskrankheit)
3. Meniscusschäden (Meniscopathie) auf Grund abnormer degenerativer Veränderungen durch persönliche Disposition (Spontanschaden, Meniscuslösung).

Überall wird das Bestreben deutlich, die eigentlichen Unfallfolgen von den Arbeitsschäden und den ausschließlich auf Degeneration beruhenden Erkrankungen zu trennen.

Histologische Untersuchungen von Operationspräparaten haben ergeben, daß die Meniscen neben den Verletzungen auch Gewebsdegenerationen ausgesetzt sind, die vor allem in der versorgungsungünstigen zentralen Meniscuszone auftreten. Versorgungsungünstig deshalb, da sie von den Blutgefäßen an der Meniscusbasis und der Meniscusoberfläche am weitesten entfernt liegt, von der aus die Ernährung des Meniscusgewebes auch aus der Synovialflüssigkeit erfolgt.

Durch die Gewebsdegeneration in Form einer schleimigen Verquellung der kollagenen Grundsubstanz des Faserknorpels wird die mechanische Festigkeit des Meniscus herabgesetzt und somit die Reißbereitschaft erhöht.

Auf Grund dieser Tatsache sind Meniscusschäden bei Kindern wohl möglich, aber selten. Im Altersdurchschnitt überwiegen die Patienten in der

Mitte des 3. Lebensjahrzehnts.

Vergleicht man die prozentuale Verteilung zwischen traumatisch bedingten Meniscusschäden und degenerativen Meniscusschäden (Arbeitsunfälle, Berufskrankheit), so schwanken die Angaben bei unfallbedingten Bandscheibenschäden zwischen 0,17 % (Springorum⁴⁶) und 96 % (Groh¹⁸), sowie bei degenerativen Schäden zwischen 11 % (Groh¹⁸) und 73 % (Andreesen¹). Diese Zahlen weisen deutlich auf die Problematik in der Beurteilung von Meniscusschäden hin, sicherlich ist die Genese von Meniscusverletzungen auch regional verschiedenen (Berufskrankheit bei Bergleuten). Doch soll hier nicht weiter auf diese Fragestellung eingegangen werden. Im folgenden werden nur noch die traumatischen Meniscusschäden besprochen.

Der frische Unfallriß entsteht, wenn bei belastetem Gelenk Flexions- oder Extensionsbewegungen mit einer Rotationsbewegung kombiniert werden. Daneben kommen Meniscusverletzungen bei Schienbeinkopfbrüchen vor ohne die Notwendigkeit eines Rotationsmechanismus. Direkte Kontusionstraumen treffen einen Meniscus nur an der Basis und führen nie zu einer Ruptur. Unter den Ursachen, die zu einer traumatischen Meniscusverletzung führen, steht der Sport an der Spitze, in erster Linie der Fußballsport, gefolgt von Leichtathletik, insbesondere Sprungdisziplinen und Skisport. Bei Verkehrsunfällen sind Kombinationen von Tibiakopffrakturen (siehe dort) mit Meniscusläsionen nicht selten. Daneben führen auch Arbeits- und häusliche Unfälle zu Meniscusverletzungen.

Die leichteste Form der Meniscusverletzung ist die Distorsion, die mit intrakapsulären Blutungen an der Meniscusbasis einhergeht, aber noch keinen vollständigen Meniscusabriß oder eine Meniscuszerreißung

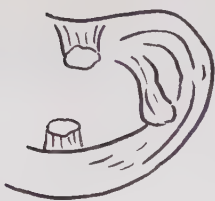
bewirkt.

Schwerwiegender sind die Meniscusabrisse an der Kapselbasis, die mit massiven blutigen Gelenkergüssen einhergehen, wegen der guten Granulation im gefäßreichen Meniscusbasisbereich aber - bei ausreichender Ruhigstellung - gute Heilungstendenz haben.

Am wichtigsten aber sind die eigentlichen Meniscusrupturen, die den Meniscus in Form von Quer-, Längs- und Horizontalrissen betreffen, wobei nach der Literatur Längsrisse am häufigsten beobachtet werden (66 % nach Krömer²⁵, 10 % zungenförmige Abrisse, 4 % Querrisse, 20 % verschiedene, z. T. kombinierte Verletzungen). Diese Meniscuszerreißen gehen in den meisten Fällen ohne blutige Gelenkergüsse einher, da sie gefäßfreie Knorpelgewebe betreffen, haben aber eben aus diesem Grunde sehr schlechte Heilungstendenz.

Eine Sonderform sind die Längsrisse mit Bildung einer Meniscusspange, die sog. "Korbhenkelrisse". Die Gefahr bei diesen Korbhenkelrissen besteht vor allem darin, daß sich die abgerissene Spange in das Gelenkinnere verlagert und es dadurch zu bleibenden Gelenksperrungen kommt.

MENISCUSRIISSE



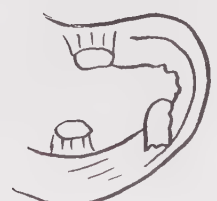
b

c



e

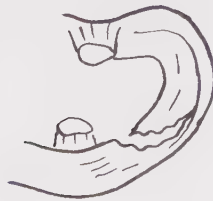
f



g

h

i



j

k

l

(aus Krömer:
Der verletzte Meniskus,
Wien 1955)

Die Abb. a bis c zeigen die häufigsten Arten der Korbhenkelrißform, und zwar den vollständigen, den hinteren und den gedrehten Korbhenkel.

Die Abb. d bis f zeigen unvollständige Längsrisse,

die Abb. g bis i hintere, zungenförmige Abrisse (nicht selten),

die Abb. j bis l vordere, zungenförmige Abrisse (selten).

Außerdem gibt es kombinierte Verletzungsformen, so Querrisse mit anschließenden zungenförmigen Einrissen, ferner mehrfache Längsrisse (M. multifissus).

Der mediale Meniscus ist nach Mittelmeier²⁹ 4 mal häufiger, nach Bürkle de la Camp¹¹ 15 - 20 mal häufiger betroffen als der Außenmeniscus. Der Grund dafür ist in den besonderen anatomischen Verhältnissen zu suchen: Der Innenmeniscus ist mit dem Innenband verwachsen und ist deshalb in seinem Bewegungsumfang stark eingeschränkt. Daneben ist die Reißfestigkeit des Innenmeniscus geringer als beim Außenmeniscus, was durch unterschiedliche Breite bedingt sein dürfte (Innenmeniscus 10 mm, Außenmeniscus 12 - 13 mm).

Der Meniscusverletzung kommt eine wichtige Bedeutung bei der Entstehung einer Arthrosis deformans zu, da ein traumatisch geschädigter Meniscus (ebenso wie durch degenerative Gewebsveränderung geschädigter Meniscus) bei der Entstehung eines Knorpelschadens, gewissermaßen als Vorstufe der Arthrosis deformans, als ursächlicher Faktor beteiligt ist (F. Wolf⁵⁵). Verbleibt nämlich ein geschädigter Meniscus für längere Zeit im Gelenk, so begünstigt er den Knorpelverschleiß, da er auf die Dauer wie ein freier Gelenkkörper wirkt.

Entscheidend für die Entwicklung einer Arthrosis deformans ist die Zeitspanne zwischen Trauma und Therapie - nämlich bei gegebener Indikation - der Operation. Mit längerer Dauer der Beschwerden bei einer Meniscopathie wird sicher die Arthrose gefördert, nach Scheibe⁴² geht eine Meniscopathie in 64,9 % mit einer Arthrose einher, d. h. je früher behandelt wird, desto günstiger sind die Spätresultate.

BEHANDLUNGSMETHODEN

Das Kniegelenk wird gegenüber anderen Gelenken häufiger verletzt. Fehlstellungen, Über- und Fehlbelastungen deformierter Gelenkflächen, Knorpelschädigungen und Veränderungen des Bandapparates - nach konservativer und operativer Behandlung von Kniegelenksverletzungen - sind maßgebende Faktoren für die Entwicklung einer posttraumatischen Präarthrose und Arthrosis deformans. Weil das Kniegelenk besonders heftig mit Schmerzen, Reizergüssen, degenerativen Prozessen und Versteifungen reagiert, sollten die verschiedenen Behandlungsmöglichkeiten - konservativ und operativ - adäquat indiziert, zeitgerecht ausgeführt und von Fall zu Fall gezielt zur Anwendung gebracht werden.

Bei der Untersuchung des Verletzungsgrades der knöchernen Frakturen im Bereich des Kniegelenkes hat neben dem klinischen Befund die Beurteilung des Röntgenbildes besonderen Wert. Oftmals sind zur Verifizierung, insbesondere der Frakturen im proximalen Tibiaplateau, nur Spezialtechniken wie Drehserien, Tomographie, unter Umständen auch Arthrographie, imstande, das Ausmaß der Knorpel-Knochenschädigung an der Gelenkfläche ausfindig zu machen. Neben der Feststellung dieser artikulären Frakturen muß sich die allgemein-klinische Untersuchung auf die Verletzung des Weichteilmantels (Seitbandein- oder -aurisse Meniscus- und Kreuzbandläsionen, Gefäß- oder Nervenschädigungen) erstrecken.

Das Ziel einer jeden Behandlung - ob konservativ oder operativ - ist Wiederherstellung der statischen, funktionellen und anatomischen Verhältnisse, im Idealfall die Erreichung einer restitutio ad integrum.

Die statische Wiederherstellung betrifft vor allem die Brücke zwischen distalem Femurende und proximalem Tibiaende. Achsenfehlstellungen (Valgus, Varus, Antekurvation, Rekurvation) beeinträchtigen das Standvermögen des ganzen Beines und führen häufig durch Fehlbelastung einzelner Gelenkabschnitte zu frühzeitiger Arthrose. So ist die achsengerechte Frakturstellung von besonderer Bedeutung für ein gutes Spätergebnis. Zwar ist die Wiederherstellung der Gelenkflächen nicht in jedem Fall möglich, wohl aber die der Gelenkachse (Böhler⁸).

Neben der Statik ist die Wiederherstellung der vollen Beweglichkeit eine Forderung, die an die Behandlung der Brüche im Bereich des Kniegelenkes (distale Femurbrüche, Tibiakopffrakturen, Patellabrüche) gestellt wird. Dabei ist die volle Streckfähigkeit des Kniegelenkes von größerer Bedeutung als die volle Beugefähigkeit. Denn bei eingeschränkter Streckfähigkeit des Kniegelenkes ist der Mechanismus des amuskulären Stehens gestört (das Kniegelenk wird dann nur durch die Strecker des Oberschenkels fixiert) und die Patienten klagen über rasche Ermüdbarkeit beim Gehen und Stehen. Nach L. Böhler⁸ ist der Beweglichkeitsbereich zwischen 170° und 140° weit wichtiger als der zwischen 140° und 90° . Beugehemmungen sind zwar hinderlich, haben aber nicht so große Bedeutung wie Streckausfälle.

Das funktionelle Ergebnis scheint abhängig zu sein von der Wiederherstellung der anatomischen Situation. Dabei ist von entscheidender Bedeutung, daß man sich bei der Therapie auf eine frühzeitige Reposition konzentriert. Schon nach 2 Tagen ist die Reposition der Bruchstücke erschwert, weil die Fragmente bereits miteinander verklebt sind (L. Böhler⁸), außerdem nimmt der Muskel- und Sehntonus nach Kompensierung des Schockzustandes zu. Zum anderen kann durch Bestehenbleiben klaffender Frakturspalten Synovialflüssigkeit eindringen und

die endostale Kallusbildung beeinträchtigen.

Oft ist es jedoch infolge schwerer Zerstörungen nicht möglich, alle Forderungen zu erfüllen. Für solche Fälle gilt Festigkeit des Gelenkes mehr als Beweglichkeit in Verbindung mit Gelenkschlottern, da in schlechter Stellung gefestigte Brüche oder Schlottergelenke zu frühzeitiger Arthrose disponieren. Gelegentlich gilt aber auch die Erwägung - so bei Knochenbrüchen alter Patienten - zugunsten der Beweglichkeit auf die anatomische Wiederherstellung zu verzichten, da viele dieser Patienten bei ausreichend beweglichem Gelenk mit relativ geringen Beschwerden ihre Arthrose nicht mehr erleben werden. Die Entscheidung zum therapeutischen Vorgehen darf also nie schematisch an Hand des Röntgenbildes gefällt werden, sie muß immer individuell dem Patienten angepaßt werden.

Konservative Behandlung

Dennoch kann - unter individueller Berücksichtigung des Patienten - ganz allgemein gesagt werden, daß die Indikation zu konservativer Behandlung bei Tibiakopfbrüchen dann gegeben ist, wenn es sich ausschließlich um reine Spaltbrüche mit fehlender oder nur geringer Fragmentverschiebung handelt, wenn durch das Repositionsmanöver die Stabilität des Gelenkes durch Wiederherstellung einer achsengerichten Kongruenz der Gelenkflächen gewährleistet ist und sich schließlich während der Verlaufskontrollen keine Stellungsänderung ergibt (Wilhelm-Rueff-Bedacht⁵³).

So ist konservatives Vorgehen mit Oberschenkelgipsverband für 6 - 8 Wochen, vorerst gespalten, dann ungespalten, völlig ausreichend bei monocondylären Tibiakopfbrüchen der 1. Gruppe und gewährleistet ein gutes Spätergebnis.

Desgleichen wird man bei der 2. Gruppe der monocondylären Brüche zunächst die konservative Behandlung versuchen. Das abgespaltene Fragment kann oft in Narkose mit dem Böhler'schen Extensionsgerät unter Berücksichtigung der notwendigen Ab- oder Adduktion reponiert werden. Die in der Literatur angegebenen Repositionsmanöver mit der Böhler'schen Fersenzwinde, mit dem Redressement nach Phelbs-Gocht, Schulze oder Thomas sowie mit dem Steinmann-Nagel werden heute abgelehnt, da die Gefahr der Weichteilschädigung und der Peronäuslähmung zu groß ist.

Anschließend wird das reponierte Bruchstück durch einen zirkulären Oberschenkelgipsverband (Tutor) fixiert, der - anfangs bis zur Abschwellung gespalten, dann neu anmodelliert - mindestens 10 Wochen bei strengstem Belastungsverbot belassen wird. Erst die regelmäßigen

Kontrollaufnahmen ergeben den Konsolidierungsgrad der Fraktur und damit Anhaltspunkte für die Belastungsfähigkeit.

Läßt sich hiermit kein günstiges Resultat erzielen, so ist die relative Indikation zur Operation gegeben.

Auch bei der 3. Gruppe der monocondylären Brüche kann man in manchen Fällen durch das oben beschriebene Vorgehen - Extension, Tutor - noch zufriedenstellende Ergebnisse erhalten. Jedoch sind in vielen Fällen Gelenkanteile imprimiert, die ein operatives Vorgehen vorschreiben.

Bei bicondylären Schienbeinkopffrakturen ist gegebenenfalls konservatives Vorgehen indiziert, doch entschließt man sich hier immer mehr zur primär operativen Versorgung.

Bei Vorliegen von infracondylären T- und V-Brüchen kann, da meist stärkere Verformungen in den Gelenkflächen des Schienbeinkopfes fehlen, konservatives Vorgehen zum Ziel führen, wobei das Hauptaugenmerk auf die Beseitigung der - meist geringen - Fehlstellung im Sinne einer Achsenabweichung zu richten ist. Auch hier wird zur Ruhigstellung ein Oberschenkelgipsverband angelegt, zunächst für 6 Wochen als Liegegips, anschließend für 2 - 4 Wochen als Gehgips.

Was die Behandlung der Brüche des Kreuzbandhöckermassivs mit Dislokation betrifft, so kann ein unblutiger Repositionsversuch ohne zusätzliche Fixierung gemacht werden, wenn die Typen I und II des Verletzungsgrades (Einteilung nach Meyers und McKeever) vorliegen. Die gelösten Knochenstücke lassen sich in Betäubung durch langsame Streckung des Kniegelenkes meist gut anlegen, sobald der Gelenkerguß abpunktiert ist. Die Ruhigstellung erfolgt in einer Gipschülse bei

einer Gelenkstellung von 180° .

Besteht beim Repositionsmanöver eine unüberwindbare Streckhemmung, das heißt, wenn der vordere Teil des Knochenmassivs auch nach Überstreckung noch beträchtlich über das Tibiakopfplateau hinausragt und dadurch zu einer Lockerung des vorderen Kreuzbandes führt und wenn schließlich das herausgebrochene Massiv zusätzlich um seine Achse rotiert ist, was dem Typ III des Verletzungsgrades entspricht, so ist eine operative Reposition indiziert.

In der Behandlung der distalen Femurfrakturen empfehlen nur wenige Autoren den Versuch der konservativen Therapie sowohl bei den supracondylären als auch bei den bi- und monocondylären Frakturen (L. Böhler⁸, Ehalt¹⁴ u. a.), während sich die Mehrzahl zum operativen Vorgehen entscheidet, vor allem, wenn starke Dislokation und Distraktion eine konservative Behandlung nicht für erfolgreich erscheinen lassen (L. Böhler⁸, Jonasch²², Baumgartl², Viernstein⁴⁹ u. a.). Ein operatives Vorgehen in jedem Fall empfehlen nur Müller, Allgöwer und Willenegger³², Küntscher²⁶ u. a.

Die supracondylären Oberschenkelfrakturen mit Fissuren und Spaltbildungen sind im Erwachsenenalter am einfachsten mit Streckverband und Lagerung auf Braun'scher Schiene zu behandeln (L. Böhler⁸, Baumgartl², Ehalt¹⁴). Die Dauer der Ruhigstellung beträgt 8 - 10 Wochen.

Bei den bicondylären Frakturen ist die Indikation zur Drahtextension gegeben, vorhandene X- oder O-Beinstellungen werden durch vorsichtige Ad- oder Abduktion beseitigt. Häufig besteht jedoch eine Stufe in der Gelenkfläche des distalen Oberschenkelendes, die allein im Dauerzugverband meist nicht auszugleichen ist. Es kann durch den Zug

der Seitenbänder zu einem Auseinanderkippen der Condylen und dadurch zu einer vermehrten Inkongruenz der Gelenkkörper kommen. In solch einem Fall ist ein operatives Vorgehen vorzuziehen.

Frische monocondyläre Frakturen lassen sich in der Regel gut reponieren. Im Vordergrund steht die Beseitigung der Achsenabweichung im Sinne einer Varus- oder Valgusfehlstellung. Bei der Varusfehlstellung wird der Unterschenkel bei Streckstellung des Kniegelenkes zur Normalisierung abduziert, das erhalten gebliebene innere Seitenband zieht dabei den cranialwärts verschobenen medialen Condylus an seine richtige Stelle. Die Beseitigung der Valgusfehlstellung erfolgt in umgekehrter Weise. Verdrehungen des Condylus können durch Druck mit dem Finger beseitigt werden. Die Ruhigstellung erfolgt in einer Gipshülse oder einem Oberschenkelgipsverband. Die Dauer der Ruhigstellung beträgt ca. 8 - 9 Wochen, die Belastung mittels Gipshülse ist bereits nach 3 - 4 Wochen möglich.

Die Brüche der dorsalen Rollenabschnitte werden reponiert durch Beugen, Strecken und manuellen Druck. Die Ruhigstellung wird fortgesetzt mit einer Gipshülse oder einem Oberschenkelgipsverband für etwa 6 Wochen.

Für die Behandlung der Patellafrakturen ist auch heute noch die Auffassung von Thiem⁴⁷, 1905, gültig, daß alle Patellafrakturen mit erhaltenem Streckapparat konservativ behandelt werden mit Ausnahme der Frakturen, bei denen es trotz erhaltenem Streckapparat zu einer Verwerfung einzelner Fragmente gekommen ist. Zur konservativen Behandlung eignen sich bei erhaltenem Streckapparat die Patellafissuren, Patellakanten- oder Randabsprengungen ohne Verlagerung und der subaponeurotische Bruch, wobei die Fragmentdiastase nicht mehr als 2 mm betragen soll.

Schließlich müssen Patienten konservativ versorgt werden, die sich in schlechtem Allgemeinzustand befinden oder bei denen andere Verletzungen vordringlich versorgt werden müssen.

Die konservative Behandlung kann im Sinne einer funktionellen Behandlung oder durch Ruhigstellung im Gipstutor vorgenommen werden. Geeignet für die funktionelle Behandlung sind, bei erhaltener Streckfunktion, Patellabrüche ohne Bluterguß im Knie. Dabei wird über eine Ledermanschette im Knöchelbereich am gestreckten Bein ein leichter Längszug ausgeübt. Schon am Ende der 1. Behandlungswoche können leichte Streckübungen gemacht werden, die allmählich forciert werden. Der Vorteil dieser Methode ist eine Abkürzung der Behandlungsdauer.

Läßt sich ein Bluterguß nachweisen, so wird die verletzte Extremität unter Beugung im Hüftgelenk und Streckung im Kniegelenk (zur Entspannung des M. quadrizeps) auf eine hochgestellte Beinschiene gelagert. Nach Abschwellen oder Abpunktion des Blutergusses wird ein Gipstutor angelegt, der nach 3 Wochen durch eine Zinkleimhülse, von der Leistenbeuge bis zum Knöchel reichend, ersetzt wird.

Operative Behandlung

Bei der Indikationsstellung zu operativem Vorgehen wird zwischen relativer und absoluter Indikation unterschieden. Die relative Indikation ist gegeben, wenn konservative Maßnahmen eine nicht ausreichende Fragment- und Achsenstellung oder eine ungenügende Fixierung der Fragmente ergeben. Die absolute Indikation besteht dann, wenn nach Art der Fraktur und Fragmentverschiebung eine konservative Behandlung von vornherein aussichtslos erscheint, wenn die Bruchstücke verklemmt oder verkantet sind, oder wenn Weichteile interponiert sind (Nyga³³). Voraussetzung für eine operative Behandlung ist allerdings ein guter Allgemeinzustand des Patienten sowie gute Haut-, Durchblutungs- und Sensibilitätsverhältnisse. Sind diese Forderungen einzeln oder insgesamt nicht gegeben, so muß zumindest bis zum Eintritt der Operationsfähigkeit konservativ behandelt werden.

Als günstigster Zeitpunkt wird die 8-Stundengrenze nach dem Unfallereignis erachtet (Böhler⁸). Bei offenen Brüchen dagegen wird die operative Reposition und Retention erst nach 1 Woche empfohlen. Auch Hohl²⁰ operiert nicht vor dem 10. Tag, da während dieses Zeitraumes die einsetzende Bruchhyperämie als bester Schutz gegenüber einer Infektion angesehen wird.

Der allgemeine Trend in der Versorgung von Knochenbrüchen geht hin zur frühzeitigen operativen Behandlung, da dadurch die bekannten Nachteile einer konservativen Behandlung - langwierige Extensions- und Gipsbehandlung mit der Notwendigkeit komplizierter Rehabilitationsverfahren und häufig resultierende Fehlstellungen - ausgeschlossen werden.

So wird im allgemeinen bei monocondylären Brüchen des Tibiakopfes, 3. Gruppe, bei denen kleinere Gelenkanteile in den Spaltbruch eingestaucht sind, die Indikation zur Operation gestellt, wenn durch konservatives Repositionsmanöver das Ergebnis nicht zufriedenstellend ist oder es, bei anfänglich ausreichend erscheinendem Repositionsmanöver, nach Belastung zu einem Absinken und Abkippen des betroffenen Condylus kommen kann.

Absolute Operationsindikation besteht bei Brüchen der 4. Gruppe, bei denen fast die gesamte Gelenkhälfte, als Ganzes oder in mehrere Fragmente zerlegt, in den Schienbeinkopf eingetrieben und manchmal auch noch gekippt ist. Daneben kommen sehr häufig bei dieser Bruchform Weichteilverletzungen in Form von Meniscusverlagerung und Zerreißung des kontralateralen Seitenbandes vor. Konservative Behandlung führt hier zu sehr schlechten Ergebnissen und zieht fast schon schicksalhaft eine Arthrosis deformans nach sich. Es muß hier operativ versucht werden, die Fragmente zu fixieren und das Imprimat mittels Spongiosaunterfütterung zu heben.

Gelingt bei den bicondylären Tibiakopfbrüchen nicht sofort eine befriedigende Fixation der Fragmente durch manuelle Reposition und anschließendem Gipsverband, so wird auch hier - wie bei der 4. Gruppe der monocondylären Brüche - eine blutige Reposition und Fixation mittels gekreuzter Bohrdrähte, Spongiosaschrauben oder Tibiakopfschrauben Anwendung finden.

Empfohlen wird operatives Vorgehen auch bei den infracondylären Splitterbrüchen, da durch Verschiebung der Bruchstücke nach dorsal die Gefahr einer Läsion der Arteria poplitea und der dort verlaufenden Nerven

besteht. Deshalb ist eine Transfixation mit anschließendem Beckengipsverband vorzunehmen; die Dauer der Ruhigstellung beträgt zwischen 10 und 14 Wochen.

Mißlingt bei der seltenen Form der Frakturen der Eminentia intercondylica ein unblutiges Repositionsmanöver infolge einer unüberwindbaren Streckhemmung, wie es beim Typ III der Verletzungen der Fall ist, so werden, nach offener Reposition die Kreuzbandhöcker mittels Kirschner-Drähten oder Spongiosaschrauben fixiert. Ebenso werden veraltete Knochenabrisse operativ behandelt, bei denen meist konservative Maßnahmen nicht mehr zum Ziel führen.

Bei Trümmerbrüchen des Schienbeinkopfes, die im allgemeinen mit schweren Nebenverletzungen (Verletzungen der Menisci, der Seiten- und Kreuzbänder und Zertrümmerung breiter Knorpelflächen) einhergehen, ist weder mit konservativen noch mit operativen Maßnahmen eine zufriedenstellende Rekonstruktion zu erwarten. Da diese Frakturen durch die völlige Zerstörung der Gelenkflächen in erster Linie zu einer Früharthrose disponieren, ist hier immer eine primäre Gelenkversteifung zu erwägen.

Bei offenen Brüchen des Schienbeinkopfes kann nicht generell konservatives oder operatives Vorgehen gefordert werden. Die Versorgung richtet sich nach der Form des Bruches, die Wundversorgung erfolgt nach den Grundsätzen, wie sie bei offenen Kniegelenksverletzungen gültig sind.

Die supracondylären Femurbrüche erfordern eine exakte Reposition und Wiederherstellung der Oberschenkelachse, da Varusfehlstellungen von mehr als 6° und Valgusfehlstellungen von mehr als $12 - 15^{\circ}$ eine schwere Beeinträchtigung der Spätergebnisse darstellen, die zu ausge-

dehnten, schweren arthrotischen Veränderungen im Kniegelenk führen. Für die Art der Behandlung ist nicht so sehr die Form des Bruches wie die Lokalisation des Bruches von entscheidender Bedeutung. Die Versorgung kann, wie bereits oben erwähnt, konservativ, aber auch operativ erfolgen.

Da für die konservative Behandlung der distalen supracondylären und condylären Femurfrakturen eine Draht- oder Nagelexension an der Tuberositas tibiae, also über das Kniegelenk hinweg, angelegt wird - was für die Funktion und Prognose des Kniegelenkes erhebliche Nachteile mit sich bringt - ist, wenn immer möglich, hier ein operatives Vorgehen zu empfehlen.

Sind bei monocondylären Oberschenkelbrüchen beträchtliche Fehlstellungen mit Verschiebung des Bruchstückes nach proximal durch manuelle Reposition nicht zu beseitigen, so ist eine blutige Reposition angezeigt. Nach fugengerechter Adaption erfolgt die Fixation mit Schrauben, z. B. Doppelgewindeschrauben oder AO-Spongiosaschrauben, mit dem Rush-Nagel oder mit Bohrdrähten. Anschließend wird der Oberschenkel in einer Gipshülse ruhiggestellt.

Entschließt man sich bei den bicondylären Femurfrakturen zu operativem Vorgehen, so können die Fragmente mittels einer AO-Spongiosaschraube fixiert werden, wodurch der bicondyläre Bruch in einen supracondylären Bruch verwandelt wird, mit anschließender Fixierung mittels eines Bohrdrahtes nach Andreesen und nachfolgender Extension für ca. 8 - 12 Wochen (L. Böhler⁸, Müller u. Mit.³², Hohmann²¹ u. a.).

Ein anderes Vorgehen ist die Fixierung des Condylenmassivs mit Spickdrähten oder AO-Spongiosaschrauben und anschließender Verschraubung mit einer AO-Winkelplatte.

Gelingt bei den Brüchen der dorsalen Rollenabschnitte die unblutige Reposition nicht, so ist die Einrichtung blutig vorzunehmen, das abgerissene Knochenstück wird mittels Bohrdrähten oder AO-Schrauben fixiert.

Liegen Patellafrakturen mit Zerreißen des aktiven Streck- und Bewegungsapparates, mit bestehender Fragment-Diastase und Verwerfung der Gelenkfläche vor, so wird operativ behandelt, vorausgesetzt, daß keine Gegengründe vorliegen. Sowohl bei der geschlossenen als auch bei der offenen Fraktur wird die Sofortoperation mit Fixation der Patellafragmente und Primärnaht des Streckapparates bevorzugt (Bedacht-Meyer-Wilhelm⁶). Nur ausnahmsweise wird von diesen Autoren ein späterer Operationstermin, etwa 1 Woche nach dem Unfallgeschehen, gewählt, wenn die allgemeinen oder örtlichen Traumareaktionen, wie Verletzungsschock, Weichteilverhältnisse, vordringliche Mehrfachverletzungen, eine Sofortoperation verbieten.

Körte²⁴, Trendelenburg⁴⁸, Payr³⁵ u. a. dagegen empfehlen, die Operation erst 5 - 8 Tage nach dem Unfall vorzunehmen, da zu diesem Zeitpunkt Bluterguß und Schwellung weitgehend abgeklungen sind und auch oberflächliche Hautabschürfungen soweit abgeheilt sind. Nicht abgeheilte Hautabschürfungen stellen eine absolute Kontraindikation dar, da die Gefahr einer Gelenkinfektion zu groß ist. Für die Operation muß eine lückenlose Asepsis gesichert sein.

Hat man sich nach Abwägen aller Umstände - Frakturtyp, Allgemeinzustand des Verletzten, Haut- und Weichteilverhältnisse - zu operativem Vorgehen entschieden, so ergibt sich die Frage nach der Art der Osteosynthese.

Zur Verfügung stehen der Rush-Nagel (der den Vorteil einer primär geschlossenen Nagelung besitzt), Rush-Pins, der überlange Küntscher-Nagel, die Andreesen-Schraube und das Osteosynthesematerial der AO.

Allgemein durchgesetzt und bewährt hat sich heute das Verfahren nach der AO, wodurch sich mittels einer Kompression durch Zugschraubung in Kombination mit einer Neutralisations- oder Abstützplatte eine stabile Osteosynthese erzielen läßt.

Untersuchungen von Eggers¹³ haben gezeigt, daß sich an den äußersten Enden der Knochenbruchstücke eine schmale, aber deutliche Decalcifikationszone infolge nekrobiotischer Vorgänge ausbildet. Diese Zone muß bei der Knochenbruchheilung überwunden sein, ehe der Kallus die beiden Knochenbruchenden miteinander verbindet. Werden die Knochenbruchenden durch den Muskelzug fest aufeinander gepreßt, so wird die Decalcifikationszone komprimiert und der neu sich zu bildende Knochen kann schnell die Verbindung zum anderen herstellen.

In die gleiche Richtung gehen die Gedankengänge Böhlers⁸, der die Hauptursache für die verzögerte Knochenbruchheilung und die oft zu beobachtende Pseudarthrosenbildung in der "Distraktion" der Knochenbruchenden durch zu starke Drahtextension sieht. Die Forderung Böhlers, der Knochenbruch müsse mit Verkürzung heilen, ist so aufzufassen, daß durch die Kompression der gut aufeinander gestellten Knochenbruchenden die Heilung wesentlich gefördert wird.

Auf diesen Erkenntnissen aufbauend hat die AO ein Verfahren entwickelt,

deren wesentlichster Bestandteil eine Kompressionsosteosynthese ist. Sah man bisher als entscheidend für die Knochenbruchheilung einen periostalen Kallus an, so wird mit der Druckosteosynthese die Heilung mit einer endostalen Verknöcherung ohne radiologisch erkennbaren Kallus angestrebt.

Bei der Druckosteosynthese wird unterschieden zwischen interfragmentärer Kompression mittels Zugschrauben, axialer Kompression mit dem Zuggurtungsprinzip und interfragmentärer Kompression durch Zugschrauben in Kombination mit einer Neutralisations- oder Abstützplatte. Die Platten können als Zuggurtungs-, Neutralisations- und Abstützplatte verwendet werden.

Bei den Zugschrauben werden grundsätzlich die Corticalis- und die Spongiaschrauben unterschieden. Sie unterscheiden sich von den handelsüblichen Schrauben dadurch, daß die AO-Schrauben sich im Corticalisknochen ihr Gewinde nicht selber schneiden, das Gewinde wird mit einem Gewindeschneider vorgeschnitten. Der Vorteil dabei ist, daß das Bohrloch nur minimal größer als der Kern der Schrauben ist und somit eine feste Verankerung der Schrauben im Knochen ermöglicht wird.

Soll ein Tibiakopfbruch mittels Corticalisschrauben versorgt werden, so besteht, im Gegensatz zu allen diaphysären Frakturen mit ihrer dicken, widerstandsfähigen Corticalis, hier vor allem das Problem der dünnen Corticalis. Die Corticalis kann hier nur bedingt als Widerlager für eine Kompression mit einer Schraube benutzt werden, man ist oft gezwungen, die kleine Auflagefläche des Schraubenkopfes mit einer Metallscheibe in Form einer Beilagscheibe zu vergrößern, um ein Durchbrechen des Schraubenkopfes durch die Corticalis zu vermeiden. Es wird deshalb gerne, wenn die Fraktur bis zur Diaphyse reicht, eine Winkel- oder Löffelplatte verwendet.

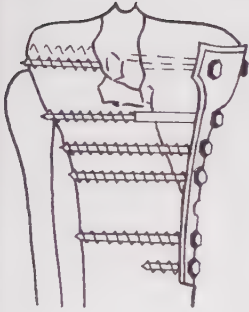
Die Spongiosaschrauben sind in ihrem Gewinde nach dem Prinzip der Zugschraube konstruiert. Es ist höher und breiter als bei den Corticalisschrauben und umfaßt nur etwa $\frac{1}{3}$ oder $\frac{2}{3}$ der Schaftlänge der Schraube. Es wird, um den Druck der Schraube zu vermehren, zwischen dem Schraubenkopf und dem Knochen eine Beilagscheibe eingefügt. Damit man zwei epi- oder metaphysäre Knochenfragmente unter Druck fixieren kann, muß das ganze Schraubengewinde jenseits der Frakturlinie liegen. Eine Indikation für zwei Spongiosaschrauben mit langem Gewinde ist z. B. bei einer Femurcondylenfraktur gegeben.

Kleine Schrauben, wie die Malleolarschrauben, sind für die Befestigung der kleinen Knochenfragmente an die Spongiosa erforderlich. Sie besitzt eine dreieckige Spitze, die Loch und Gewinde in der Spongiosa selbst schneidet.

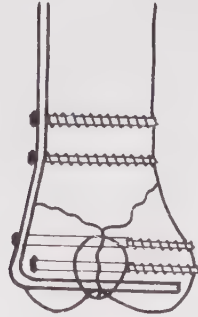
Das Anwendungsgebiet der Osteosynthese allein mit Schrauben ist jedoch begrenzt, da diese Osteosynthese nur die Möglichkeit einer guten Fixierung der Fragmente gegen eine Verschiebung gibt, nicht aber eine Stabilisierung im Sinne eines "Kraftträgers". Eine solche wird gewährleistet bei den intramedullären Fixierungen mit Küntscher-Nägeln oder bei den Rush-Pins und vor allem bei den Druckosteosyntheseplatten der AO.

Als Kompressionsplatten kommen Halbrohrplatten und T-Platten zur Versorgung der Tibiakopfbrüche in Frage, Winkelplatten - speziell die Condylenplatte - zur Versorgung der distalen supracondylären Femurfrakturen, aber auch der Tibiakopffrakturen. Vor der endgültigen Verbindung der Frakturteile mit AO-Schrauben und Fixation mit Platten ist die temporäre Fixation mit Kirschner-Drähten sehr hilfreich.

Die Drähte können wieder entfernt werden, wenn die Metallimplantate angelegt sind. Nach anatomisch exakter Reposition der Fragmente wird der Frakturbereich unter Kompression gesetzt, und zwar mit Hilfe des Plattenspanners, der temporär angesetzt wird. Denn nur die fest aufsitzende Platte dient als Kraftträger, so daß diese Fraktur normalerweise früher belastet werden kann als die verschraubte Fraktur.



Verwendung einer T-Platte
als Abstützplatte
(nach Müller, Allgöwer u.
Willenegger³²)



Versorgung einer supracondylären
Y-Fraktur mit einer Condylen-
platte
(nach Müller, Allgöwer u.
Willenegger³²)

Bestehen zudem bei einer Im- oder Depressionsfraktur der Tibiacondylen ein Knochensubstanzdefekt oder Impressionen der Knorpelflächen, so muß die imprimierte Gelenkfläche angehoben und die Stufenbildung ausgeglichen werden. Das Imprimat soll nicht nur wieder auf gleiche Höhe wie die übrigen Gelenkanteile gehoben werden, sondern es muß überkorrigiert werden. Dies ist erforderlich, da die gehobenen Anteile einerseits durch die während der Konsolidierungsphase immer auftretenden Resorptionszonen wieder etwas zurücksinken werden, andererseits tritt bei der Stabilisierung der Fragmente durch Zug eine zusätzliche Kompression der implantierten Spongiosa sowie der bruchnahen Spongiosa ein. Dieses Zurücksinken muß man von vornherein einkalkulieren, um nach Abschluß der Heilung ein in regelrechter Lage stehendes Tibiaplateau zu haben. Ohne diese Maßnahmen erhält man ungünstige Gelenkachsen, welche auf die Dauer nachteilige Folgeschäden hervorrufen.

Nach Reposition in entsprechender Überkorrektur folgt das Unterfüttern des gehobenen Gelenkanteiles mit autologen Knochentransplantaten. Als Material für Spongiosa-Transplantate bietet sich autologe Spongiosa vom Beckenkamm an, da diese wegen ihrer stabileren Struktur und der besseren Formbarkeit im Vergleich zur reinen Spongiosa - etwa aus dem Trochanter-Massiv - zweckentsprechender ist.

Ist bei ausgedehnten Zertrümmerungen mit Spongiosa kein genügender Halt zu erreichen, kann in Ausnahmefällen oder bei alten Leuten eine Knochenzement- oder Pallacos-Plombe zum Ziel führen. Es ist jedoch darauf zu achten, daß dieses Material wegen drohender Knorpelnekrosen nicht zu dicht am Gelenkknorpel zu liegen kommt. Auch bei

jungen Menschen kann ausnahmsweise einmal der Kunststoff verwendet werden, hier jedoch nur als Zwischenlösung. Das Material sollte nach einigen Monaten wieder entfernt und durch Spongiosa-Transplantat ersetzt werden, was nach Heilung der Fraktur keine großen Schwierigkeiten mehr bereitet (Schauwecker u. Weller⁴¹). Die Unterfütterung bei Impressionen erfolgt durch ein Corticalisfenster an der seitlichen Tibiavorderfläche ohne dabei das Gelenk zu eröffnen.

Die Fixierung erfolgt vorläufig durch quer eingebohrte Kirschnerdrähte, die endgültige Fixierung durch Spongiosaschrauben. Ist neben dem Imprimat eine Depression gehoben worden, ist zusätzlich eine Abstützung mit einer Halbrohr- oder T-Platte erforderlich.

Liegt ein Trümmerbruch des Tibiakopfes vor, so wird zwar wegen der ungünstigen Erfolgsaussichten sowohl der konservativen wie auch der operativen Behandlung eine primäre Arthrodese erwogen. In manchen Fällen, bei denen die Zertrümmerung nicht so ausgeprägt ist, kann hier eine interfragmentäre Fixation mit Schrauben, Spongiosaplastik und beidseitige Abstützung mit T-Platten zu brauchbarem Ergebnis führen.

Brückner¹⁰ schlägt zur Versorgung schwerster Tibiakopfbrüche mit teilweiser oder ganzer Zerstörung der Gelenkfläche die Verwendung einer autoplastischen Kniescheibe als Knochen-Knorpel-Transplantat zum Ersatz der zerstörten Gelenkfläche vor, ein Verfahren, das erstmals Wilson und Jacobs⁵⁴ entwickelt haben. Die bisherigen Ergebnisse bei so behandelten Patienten bezeichnet er als befriedigend bis gut.

An therapeutischen Möglichkeiten bei *P a t e l l a f r a k t u r e n* bieten sich die Osteosynthese, Teillexstirpation der Patella und Totalpatellektomie an, wobei jedes Vorgehen seine eigene Indikationsstellung hat.

Zur Osteosynthese eignen sich die Zirkumduktion nach Berger, die Hemicerclage oder Doppelcerclage sowie die Operationsmethoden nach Payr, La Dentu und Smillie und die Zuggurtungsmethode nach Pauwels und der AO. Für die Osteosynthese wird rostfreier, amagnetischer Stahldraht von 1 mm Stärke mit hoher Festigkeit, Biegsamkeit und guter Verträglichkeit verwendet.

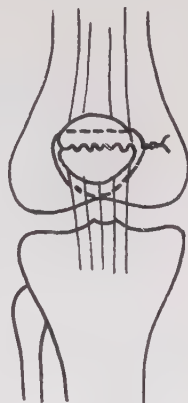
VERSCHIEDENE MÖGLICHKEITEN ZUR OPERATIVEN BEHANDLUNG DER PATELLAFRAKTUR



erclage nach
Berger



Quere U-Naht nach
Quenu



Hemicerclage nach
Quenu

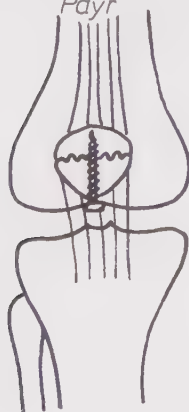


Längs-U-Naht nach
Payr



La Dentu

(modifiziert
nach Weller
u. Köhnlein)⁵¹



Smillie



Zuggurtung nach

Die Total- und Teilpatellektomie sind Operationsverfahren, die einer besonderen Indikationsstellung bedürfen. Ist ein kleiner Anteil der Kniescheibe, meist am unteren Pol, so stark zertrümmert, daß eine Cerclage oder sonstige operative Methode unmöglich erscheint oder können starke Unregelmäßigkeiten an der Patellargelenkfläche nicht vermieden werden, d. h. läßt sich eine makroskopisch bereits eindeutige Stufenbildung in der Facies articularis nicht beseitigen (Dreyer u. Groher¹²), dann ist die Indikation zur partiellen Patellektomie gegeben. Voraussetzung ist, daß ein genügend großer Anteil der Patella (2/3 der Patella nach J. Müller³¹) noch erhalten ist, da sonst die verkleinerte Kniescheibe Kippbewegungen ausführt, was mit der Gefahr einer retropatellaren Arthrosebildung verbunden ist. Nach Entfernung der Knochentrümmer wird das Lig. patellae, bzw. die Quadrizepssehne mit dem verbleibenden Hauptfragment vernäht. Als Nahtmaterial bewährt haben sich transossär verankerte, autologe Coriumstreifen.

Die Totalexstirpation der Patella ist indiziert, wenn eine konservative Therapie nicht möglich ist, eine stufenfreie Gelenkfläche nicht mehr herstellbar ist und mit schweren arthrotischen Veränderungen zu rechnen ist, sowie bei Trümmerfrakturen der Patella, bei denen mehr als ein Drittel der Kniescheibe zerstört ist. Die Indikation für eine Totalexstirpation sollte jedoch sehr streng gestellt werden, da es durch die folgende Kraftminderung des M. quadrizeps mit Muskelschwund (nach Böhler⁷ bis zu 3 cm) zu schweren funktionellen Störungen kommt, ebenso könne schwerste arthrotische Veränderungen auftreten - nach einer Untersuchung von Schönbauer⁴³ 17 % schwere Arthrosen nach Totalexstirpation im Vergleich zu 83 % fehlender oder leichter Arthrosen.

Wird eine Totalexstirpation der Kniescheibe durchgeführt, dann muß nach Entfernung der Patella der Streckapparat vernäht werden, wobei der Streckapparat um die Länge der Patella verkürzt werden muß (J. Böhler⁷). Aus der Mitte der Quadrizepssehne wird ein V-förmiger Lappen nach unten geklappt und mit dem Defekt vernäht.

Bei offenen Kniescheibenbrüchen wird anfangs die Verletzung nach den Regeln der Friedreich'schen Wundversorgung behandelt, sofern die Verletzten innerhalb der ersten 8 Stunden zur Behandlung kommen. Die Osteosynthese wird 2 - 4 Wochen nach dem Unfall, nach reizloser Wundheilung, nachgeholt.

Bei offenen Kniescheibenbrüchen, die verspätet (nach der 8 Std.-Grenze) zur operativen Behandlung eingeliefert werden, ist beim primären Wundschluß nach Wundausschneidung mit einer Gelenkinfektion zu rechnen. Deshalb bieten Wundtoilette ohne primären Wundschluß, Ableitung des Sekretes, exakte Ruhigstellung und Antibiotica größere Sicherheit. Bleibt die Wunde auch in den nächsten Tagen reizlos und ist mit einer Infektion nicht mehr zu rechnen, so kann sie sekundär genäht werden.

Nachbehandlung

Die operierte Extremität wird bis zur Wundheilung mit einer dorsalen Gipslonguette immobilisiert, auf einer Braun'schen Schiene hochgelagert und der Vorfuß in rechtwinkliger Stellung fixiert. Zur Wunddrainage werden 1 - 2 Redon-Drainagen gelegt. Bei Knorpelschäden oder nicht sicherer Stabilisierung wird nach Wundheilung zusätzlich 5 - 6 Wochen ein Gipstutor angelegt. Bei einer reinen Condylenfraktur kann nach abgeschlossener Wundheilung die Braun'sche Schiene entfernt und mit der aktiven angeleiteten Übungsbehandlung begonnen werden. Dabei läßt man im Kniegelenk bis maximal 90° beugen und strecken sowie isometrische Muskelübungen ausführen. Die Belastung sollte nicht vor Ablauf von 10 Wochen p. o. beginnen und letztlich vom Befund der Röntgenkontrollaufnahmen abhängig gemacht werden.

Massagen der Muskulatur werden in der Regel nicht nötig sein, vor Massagen des Kniegelenkes selbst muß sogar gewarnt werden, da sie zu Kapselschwellungen und damit zur Einschränkung der Beweglichkeit führen.

Wie bereits mehrfach erwähnt, führen Bandverletzungen, vor allem die Bandzerreißen, unbehandelt zu einem Verlust der Gelenkstabilität und daraus resultierendem Schlottergelenk. Das Ziel der Behandlung wird auch hier die Wiederherstellung der ursprünglichen Gelenkstabilität mit der erforderlichen Bandfestigkeit sein.

Während J. Böhler⁷ für fast alle Fälle von Bandverletzungen eine konservative Behandlung mit Gipshülse in leichter Beugestellung des Kniegelenkes bei 160° empfiehlt, hält der überwiegende Anteil der Autoren (Jonasch²², Ehalt u. Öhl¹⁵, Mittelbach²⁸ u. a.) ein operatives Vorgehen für angezeigt.

Die konservative Behandlung ist indiziert wenn Dehnungen und Bandzerrungen vorliegen (Gruppe I und II nach J. Böhler⁷ u. Krömer²⁵),

bei nur geringer Lockerung des Gelenkes, d. h. einer abnormen Aufklappbarkeit der Gelenkkörper unter 1 1/2 cm,

bei erheblicher Arthrose,

bei arterieller oder venöser Durchblutungsstörung,

bei einem Verletzten über 50 Jahren,

bei Entzündung oder Infektion und

bei vitaler Kontraindikation.

Wird bei Rissen und Zerreißen die konservative Methode angewandt, so ist weder eine zuverlässige Adaption des Bandapparates noch eine sichere Fixierung und Wiedergewinnung einer ausreichenden Gelenkstabilität gewährleistet. Die konservativ behandelten Bandzerreißen müs-

sen, wenn das Gewebe überhaupt Kontakt zur Heilung findet, über eine Ersatznarbe und damit mit einem mitunter erheblichen Defekt ausheilen. Anfangs wird zwar eine vorübergehende Stabilität infolge muskulärer Kompensation beobachtet, doch tritt später eine sekundäre Lockerung ein, die mit zunehmendem Alter zum Wackelknie führen kann.

Der nicht zu übersehende Nachteil der konservativen Therapie liegt in der langen Ruhigstellung des Gelenkes, wodurch die Gefahr der Gelenkversteifung größer wird. Nicht selten zwingt eine nach konservativer Behandlung bestehenbleibende Instabilität doch noch zur Operation, die jedoch erst nach Wiedererlangung der Beweglichkeit und Kräftigung der Muskulatur durchgeführt werden kann. Die erneute Ruhigstellung des Gelenkes nach der Operation bedroht die Beweglichkeit des Gelenkes in vermehrtem Maße.

Entschließt man sich dagegen gleich zur Operation, so wird die Heilungszeit wesentlich abgekürzt und die Prognose ist insgesamt günstiger zu stellen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß Zerreißen der Gelenkkapsel, zerfetzte Bänder, die häufig in das Gelenk eingeschlagen sind und Knorpelschäden, einzeln und in der Summe, echte Indikationen zur Operation darstellen. Liegen Kombinationstraumen mit Knochenausrisen oder -frakturen vor, die operatives Vorgehen verlangen, so werden unter gleichzeitiger Gelenksrevision wegen häufig begleitender Meniscusverletzungen, die Bänder mit genäht.

Der günstigste Zeitpunkt zur Operation liegt innerhalb der ersten 48-Stunden. Es wird bei Bandverletzungen je nach Zeitwahl des operativen Vor-

gehens unterschieden:

- 1.) die Frühestoperation
- 2.) die Früh- und
- 3.) die Spätoperation (M. Lange²⁷)

ad 1) Die Frühestoperation erfolgt unmittelbar nach der frischen Verletzung. Sie ist bei Seitenbandverletzungen indiziert, wenn das Gelenk um mehr als 1 1/2 cm aufklappbar ist.

ad 2) Die Frühoperation ist angezeigt, wenn nach Abschluß der konservativen Behandlung mit Ruhigstellung im Gipsverband keine eindeutige Festigung des Seitenbandes eingetreten ist.

ad 3) Die Spätoperation ist die Operation bei veralteten Fällen. Sie verlangt fast stets einen plastischen Ersatz des abgerissenen und nicht wieder fest verheilten Seitenbandes.

ad 1) Bei Kreuzbandverletzungen ist die Frühestoperation indiziert

a) bei einwandfreien Ausrissen der Eminentia intercondyllica, an der die Kreuzbänder ansetzen,

b) bei einer starken Verschiebung der Gelenkflächen von etwa 2 cm bei gehaltenen Aufnahmen,

c) wenn die Arthrographie ein deutliches Umgeschlagen sein des zentralen Kreuzbandstumpfes zeigt.

ad 2) Die Frühoperation wird ausgeführt, wenn

bei Abschluß der konservativen Behandlung keine ausreichende Festigkeit des Kniegelenkes eingetreten ist. Ist nur noch eine geringe Lockerung des Kapsel-Streckapparates nachweisbar, so wartet man eine kompensatorische Muskelentwicklung zum Ausgleich der noch bestehenden Instabilität ab.

- ad 3) Die *S p ä t o p e r a t i o n* ist für alte Fälle bestimmt, wobei jedoch die Indikation streng zu stellen ist, da die Operation nach wie vor mit einer gewissen Mißerfolgsquote von ca. 10 - 15 % (nach M. Lange²⁷) belastet ist. Der relativ große Eingriff in das Gelenk wird nur vorgenommen, wenn Beruf oder sportliche Betätigung die Wiederherstellung eines leistungsfähigen, statisch gesicherten Kniegelenkes verlangen.

Nach J. Böhler⁷ werden die frischen reinen Bandverletzungen ausschließlich mittels einer Bandnaht versorgt. Ob die alleinige Nahtversorgung ausreichend ist oder ob die Notwendigkeit besteht, die Naht durch ein gestieltes oder freies Transplantat zu verstärken, entscheidet jeweils die vorhandene Situation. Mittelbach und Gelbke²⁸ plädieren für die primäre Bandersatzplastik, da ihnen die primäre Bändernaht nicht sicher genug erscheint.

Für die direkte Naht der Bänder wird atraumatisches, nicht resorbierbares Nahtmaterial wie Mersilene verwendet. Erweist sich bei unsicherer Naht infolge zerfetzten oder degenerativ veränderten Gewebes eine Nahtverstärkung als notwendig, so stehen unter anderem zur Verfügung:

das gestielte Transplantat aus benachbartem Sehnen- oder Fasciengewebe,

das autologe freie Cutis- oder Fascientransplantat wie der homologe Pflanzling aus konservierter Dura.

Die knöchernen Band- oder Ausrisse der Kreuzbandhöcker werden je nach Größe mit Spickdrähten, einer Zuggurtung oder Schrauben fixiert.

Nach jeder Bandnaht oder Reinsertion wird für 6 Wochen ein Gipsverband angelegt.

Ist infolge der Schwere der Bandverletzungen eine direkte Naht nicht möglich, so wird man sich zur Bandplastik entschließen. Für den plastischen Ersatz der Kniebänder müssen gewisse Voraussetzungen erfüllt sein:

- das Gelenk muß frei beweglich sein,
- die Muskulatur muß funktionstüchtig sein,
- es darf kein erheblicher Schmerzzustand vorhanden sein, der nie durch eine Bandplastik zu beseitigen wäre,
- der Patient muß biologisch unter 50 Jahren alt sein und zur aktiven Mitarbeit bereit sein (Weigert⁵⁾

Wie bei der Nahtverstärkung oder dem primären plastischen Ersatz werden die frei verpflanzten und die gestielten Transplantate unterschieden. Dabei ist dem gestielten Bandersatz der Vorzug zu geben, da dieser ortsfest, an die Beanspruchung angepaßt und noch durchblutet, zu einer schnellen Transformation fähig ist (J. Rehn³⁸). Das freie Ende der gestielten Sehne wird in der geschätzten Zugrichtung des zu ersetzenden Bandes unter Spannung in einem Knochenkanal eingepflanzt.

Rathke³⁷ hat allerdings die Beobachtung gemacht, daß die verlagerten Sehnen im Knochenkanal nicht verwachsen, sondern nur gleiten. Mittelbach²⁸ hat daher eine eigene Operationstechnik entwickelt. Er stellt den sogenannten statischen Plastiken, wie freie oder gestielte Autoplastiken (nach Kirschner, Hay, Grove), wie Bandansatzverlagerungen (nach Mauck, Max Lange) oder wie ansatzgestielte Sehnenverlagerungen

(nach Edwards, Payr) die dynamischen Plastiken gegenüber. Dabei wird eine Sehne mit Muskeleinheit verlagert und neu inseriert, wodurch bei Anspannung des Muskels Stabilität verliehen wird.

Folgende d y n a m i s c h e Ersatzplastiken finden heute Anwendung:

1. Ersatz des Innenbandes durch Verlagerung der Gra-
zilissehne (nach Bosworth)
2. Ersatz des vorderen Kreuzbandes durch Gra-
zilissehne (nach Lindemann)
3. Ersatz des hinteren Kreuzbandes durch Gra-
zilissehne (nach Lindemann)
4. Ersatz des Außenbandes durch Cutisstreifen oder Gra-
zilissehne (nach Mittelbach)
5. Ersatz des Innenbandes und vorderen Kreuzbandes durch
Grazilissehne und Semitendinosussehne (nach Bos-
worth und Lindemann)
6. Ersatz des Innenbandes und hinteren Kreuzbandes durch
Grazilissehne und Semitendinosussehne (nach Bosworth
und Lindemann)
7. Ersatz des Innenbandes und des vorderen und hinteren
Kreuzbandes durch Gra-
zilissehne und Semitendinosus-
sehne (nach Bosworth, Lindemann)
8. Ersatz des Außenbandes und eines Kreuzbandes durch
Cutisstreifen oder Gra-
zilissehne und Semitendinosus-
sehne (nach Mittelbach u. Gelbke)

(zitiert nach Mittelbach und Gelbke²⁸⁾)

Liegt eine Zerreißung beider Kreuzbänder vor, so wird nach Boos⁹ nur das

vordere Kreuzband plastisch ersetzt. Ein beschädigter Meniscus wird stets entfernt, begleitende Knochenverletzungen und knöcherne Bandausrisse werden nach dem AO-Prinzip versorgt.

M. Weigert⁵⁰ hält allerdings zusammen mit anderen Autoren die Methode des dynamischen Ligaments für problematisch, da Verwachsungen in der Kapsel die aktive Zügelung zunichte machen können und dann der passive Bandhalt nicht straff genug ist. Er bevorzugt deshalb weiterhin die statischen Plastiken in Form von ansatzgestielten Sehnenverlagerungen.

Beispiele für statische Bandplastiken:

1. Ersatz des Innenbandes durch Grazilissehne oder Semitendinosusehne, kombiniert mit Kapselraffung und Tieferversetzung des M. vastus medialis
2. Ersatz des Außenbandes durch Bizepssehne
3. Kreuzbandersatz aus Ligamentum patellae durch Grazilissehne oder Semitendinosus-Sehne und durch den Meniscus.

Vor allem bei der Innenbandplastik, aber auch bei den übrigen Plastiken und bei allen Nähten ist die Kapselraffung von großer Bedeutung.

Besondere Schwierigkeiten bereitet bei jeder Art von plastischem Ersatz die Wahl des geeigneten Verankerungspunktes, da die Achse des Kniegelenkes bei Beugung nach hinten wandert, bzw. bei Streckung eine Schlußkreiselung beschreibt, so daß sich die Entfernung zwischen zwei jeweils fixen Punkten an Tibia und Femur ständig mit der Bewegung ändert. Der komplexe Bandhalt nach einer Plastik wird deswegen meist schlechter sein als nach einer Bandnaht.

Nachbehandlung

Um ein gutes Operationsresultat zu sichern, ist die richtige Nachbehandlung von nicht unwesentlicher Bedeutung. Die verletzte und operierte Extremität wird für 3 Wochen bei einer Streckung von 170° auf einer Volkmann-Schiene mit einem Schaumgummikompresionsverband ruhiggestellt. Anschließend erfolgt die Mobilisierung ausschließlich durch aktive Übungen. Belastet wird erst nach ca. 2 Wochen, wenn das Gelenk bis 80° beugbar ist. Die zweite Phase der aktiven Nachbehandlung zielt neben der Wiedergewinnung der Kniegelenksbeweglichkeit auf die Kräftigung der Oberschenkelmuskulatur.

Meniscusverletzungen

Die Behandlung der Meniscusverletzungen ist auch heute noch umstritten. Es finden sich sowohl für die primär konservative wie auch für die primär chirurgische Therapie, für die Teilresektion wie auch für die Totalresektion des verletzten Meniscus zahlreiche Autoren als Befürworter.

Bürkle de la Camp¹¹, Boos⁹, Pelzl u. Rueff³⁶ u. a. empfehlen bei frischen Meniscusrissen besonders bei jugendlichen Patienten und bei kleinen Einrissen am Meniscus, wenn Einklemmungserscheinungen und Gelenksperren fehlen, die primär k o n s e r v a t i v e Behandlung, wobei nach Smillie⁴⁵ in 15 % der Fälle Aussicht auf Erfolg besteht (zitiert nach Bürkle de la Camp¹¹). Da bei Kindern in den allerseeltensten Fällen Meniscusrisse vorkommen, dagegen Meniscuszerungen relativ häufig sind, ist hier eine konservative Behandlung angebracht, die zu zuverlässigen Dauerheilungen führt.

Besteht zusätzlich der klinische Verdacht einer Bandschädigung, so wird nach Pelzl u. Rueff³⁶ ebenfalls der Weg einer konservativen Behandlung beschritten.

Mittelmeier²⁹ macht die Wahl des therapeutischen Vorgehens abhängig von der Art der Meniscusverletzung. Liegen ein Basisabriß mit guter Heilungstendenz infolge der guten Durchblutungsverhältnisse oder lediglich eine Meniscusdistorsion vor, so hält er konservatives Vorgehen für durchaus ausreichend. Ebenso behandelt er Fälle, bei denen die Art der Meniscusverletzung nicht eindeutig festgestellt werden kann, konservativ. Werden allerdings Verletzungen im gefäßfreien Faserknorpel diagnostisch nicht richtig gedeutet, so besteht gerade bei diesen Fällen das Risiko einer nicht zufriedenstellenden Ausheilung. Nach Abschluß

der konservativen Behandlung treten hier meist rezidivierende Beschwerden zuweilen mit Einklemmungserscheinungen auf, sodaß sie schließlich doch noch der operativen Behandlung zugeführt werden müssen.

Bei der konservativen Behandlung wird das Kniegelenk für die Dauer von 6 - 8 Wochen in einer Gipshülse ruhiggestellt, wobei zur Vermeidung einer Muskelatrophie eine Übungsbehandlung im Gips nicht außer acht gelassen werden darf.

E. Jonasch²² schreibt dagegen bei allen Meniscusrissen die primär operative Behandlung vor, da seiner Meinung nach ein Meniscusriss trotz Ruhigstellung nicht zusammenwächst.

Die Indikation zu o p e r a t i v e m Vorgehen wird nach Mittelmeier²⁹, Boos⁹, Bürkle de la Camp¹¹ u. a. gestellt,

- 1.) wenn sich der Riß im gefäßfreien Faserknorpel, also im Meniscusgewebe selbst befindet, da hier die Heilungstendenz sehr schlecht ist,
- 2.) bei schweren frischen Kombinationsverletzungen der Kniegelenksbänder (Mittelmeier²⁹),
- 3.) bei rezidivierenden Einklemmungen und bleibenden Gelenksperren und damit verbundenen Reizergüssen. Eine anhaltende reaktive chronische Reizsynovitis führt zu einer Kapselverdickung und -fibrose und in Verbindung mit den Reizergüssen zu einer Schädigung der Condylen- und Patellaknorpelflächen, also einer beginnenden Arthrose, die schließlich progressiv wird (Mittelmeier²⁹). Hier besteht absolute Indikation zur Operation.

Die Frage, ob der ganze Meniscus oder nur dessen verletzter abgelöster Teil entfernt werden soll, ist bis heute noch nicht entschieden. Böhler, Ehalt, Jonasch, Streli, Scharizer (zitiert nach Pelzl u. Rueff³⁶) empfehlen die sparsame Resektion mit dem Ziel, den gelenkschonenden Knorpel soweit wie möglich zu erhalten. Sie sind der Meinung, daß es bei der vollständigen Entfernung des Meniscus zu statischen Beschwerden und als Folge davon zur Arthrose im Kniegelenk kommt. Dies wird von den Anhängern der totalen Meniscotomie, wie von Andreesen, Bürkle de la Camp, de Palma, Schaer, Rothascher, Schilling, Jelinek, Springorum u. a. (zitiert nach Pelzl u. Rueff³⁶) bestritten. Rothascher³⁹ konnte bei der Nachuntersuchung von 354 Patienten mit totaler Meniscotomie nach 8 - 14 Jahren in 6,8 % eine leichtere und nur in 1,7 % eine stärkere Arthrose feststellen. Bei Pelzl u. Rueff³⁶ wurden bei 3,7 % eine Arthrosis deformans nach Totalresektion nachgewiesen.

Bei der Teilresektion besteht sogar die Gefahr, daß eine Rearthrotomie notwendig wird, da an einem zurückgelassenen Rest, besonders am Hinterhorn, Risse im Gewebssinnern oder an der Unterfläche häufig übersehen werden, die später zu Lockerungen und Ablösungen mit Bildung einer Gelenkmaus führen können. Nach totaler Entfernung des Meniscus entsteht in manchen Fällen ein Pseudoregenerat, das gegenüber Traumen widerstandsfähiger sein soll als zurückgelassene Meniscusreste.

Während in der Literatur die Entwicklung einer Arthrosis deformans der fehlenden Bandscheibe nach Meniscektomie mit nachfolgender Fehl- und Überbelastung der Gelenkflächen zugeschrieben wird, deckte Baumgartl u. Seling³ den ursächlichen Zusammenhang zwischen Arthrose und der anlagebedingten Form des Femoro-Patellargelenkes auf. Bei einer Nachuntersuchung an 100 Patienten, bei denen 8 Jahre vorher

Totalexstirpationen von Meniscen durchgeführt wurden, traten bei Patienten mit widerstandsfähigen Femoro-Patellargelenken - Typ I und II nach Wiberg⁵² - in keinem Fall eine Arthrosis deformans auf. Dagegen konnte bei Patienten mit minderbelastbaren Femoro-Patellargelenken - Typ II/III und III nach Wiberg⁵² und sonstigen Patellaanomalien - in jedem Fall eine Arthrosis deformans sowohl im operierten Knie als auch im unberührten Knie (bei seitengleich ausgebildeten Femoro-Patellargelenken) nachgewiesen werden.

Entscheidend für das Auftreten einer postoperativen Arthrosis deformans scheint noch der Zeitpunkt der Operation zu sein. Je früher eine fachgerechte Meniscotomie durchgeführt wird, desto eher kann man der Entwicklung einer Arthrose vorbeugen, vorausgesetzt, daß zum Zeitpunkt der Operation noch keine Zeichen eines Knorpelverschleißes zu erkennen sind und andere arthrosefördernde Ursachen fehlen (F. Wolf⁵⁵).

Über die Schnittführung ist man sich größtenteils einig. In der Regel geht man auch heute noch vom Payr-Schnitt aus, da die Inspektion der übrigen Gelenkteile unerlässlich ist. Der verletzte Meniscus wird am Vorderrand möglichst nahe an seiner Ansatzstelle im Bereich der Eminentia intercondylica abgetrennt. Das abgelöste Vorderhorn wird mit einer Faßzange kräftig vorgezogen und der Meniscus schrittweise an seinem peripheren Ansatz abgelöst. Das Hinterhorn wird, im Falle einer Innenmeniscusverletzung, bei maximaler Beugung des Kniegelenkes durch Innenrotation der Hüfte bis zum Anschlag und Fortsetzen der Rotationsbewegung zur Darstellung gebracht. Der äußere Gelenkspalt kann durch Außenrotation des Oberschenkels im Hüftgelenk bei maximaler Beugung aufgeklappt und die Hinterwand des Außenmeniscus

übersehen werden. Ist das Hinterhorn gut überblickbar, so wird es mit dem gebogenen Meniscotom an seiner Ansatzstelle durchtrennt.

Im Falle einer Teilresektion zeichnet Krömer²⁵ die Stellen für die typischen Abtragungen der verletzten Meniscusteile vor (siehe folgende Zeichnungen) .

Die auf den Zeichnungen fettgedruckten Konturen zeigen, wie bei den einzelnen Rißformen das abgerissene Meniscusstück operativ abgetragen wird.

typische Abtragungsstellen der verletzten Meniskusteile
im Falle einer Teilresektion



(aus Krämer.
Der verletzte Meniskus,
Wien 1955)

Nachbehandlung

Die Nachbehandlung besteht in der Lagerung des operierten Beines auf einer Braun'schen Schiene für die Dauer von etwa 8 Tagen. Mit aktiven Bewegungsübungen, die vor allem in isometrischen Quadrizepsübungen zur Vermeidung einer Quadrizepsatrophie und Fußkreisen zur Durchblutungsförderung bestehen, wird in der 2. postoperativen Woche begonnen. Bei Fehlen eines Ergusses folgen in der 3. postoperativen Woche passive Bewegungsübungen, Belastung ist erst 3 Wochen p. o. erlaubt. Für die Punktion von Kniegelenksergüssen wird Zurückhaltung geboten.

ZUR PATHOGENESE DER POSTTRAUMATISCHEN ARTHROSIS DEFORMANS

Die zentrale Rolle in der Entwicklung der Arthrose fällt dem Gelenkknorpel zu, an dem die Funktionsfähigkeit der "biologischen Einheit Gelenk" unmittelbar ablesbar ist (G. Friedebold¹⁷). Sein Schwund, röntgenologisch feststellbar an der Verschmälerung des Gelenkspaltes, kennzeichnet den Beginn der Arthrose. Dabei ist zu betonen, daß sich die arthrotische Umwandlung ausschließlich im hyalinen Knorpel und nicht im, durch Transformation aus mesenchymalem Bindegewebe neu entstandenem, Fasernknorpel abspielt. Für die normale Form und Funktion des Gelenkes ist neben der Kongruenz der Gelenkflächen und der normalen physikalischen Belastung die reguläre Ernährung des Gelenkknorpels von entscheidender Bedeutung.

Während die Gelenkkapsel und die subchondrale Spongiosa unmittelbar durch das arterielle Gefäßsystem versorgt werden, wird der Gelenkknorpel durch Diffusion der Gelenkflüssigkeit ernährt. Normalerweise beträgt die Diffusionsweite 5 - 6 mm, sie ist abhängig von der Viskosität der Gelenkflüssigkeit, d. h. eine Zunahme der Viskosität führt zu einer Abnahme der Diffusionsreichweite. Nährschäden in den tiefen Knorpelschichten sind die Folgen, die sich auf die Dauer auch störend auf die Oberflächenstruktur mit Verlust der Kongruenz auswirken.

Bereits unter normalen Verhältnissen ist die Deckfläche des Gelenkknorpels Verschleißvorgängen unterworfen. Kleinste Knorpelfragmente werden abgeschilfert, in die Gelenkflüssigkeit abgestoßen und von dieser

aufgelöst. Die Abbauprodukte, vorwiegend Proteinglykane (saure Mucopolysaccharide) erhöhen die Viskosität der Gelenkflüssigkeit. Dabei ist die Quantität der Verschleißvorgänge abhängig vom Gelenkeinsatz, d. h. bei starkem Gelenkeinsatz nimmt die Zahl der abgesprengten Knorpelsplitter in der Gelenkflüssigkeit um ein vielfaches zu.

Die Viskositätszunahme der Gelenkflüssigkeit führt durch die veränderten Diffusionsverhältnisse zu einer nutritiven Schädigung des Gelenkknorpels, welche ihrerseits wieder die Verschleißvorgänge fördert. Für den so geschädigten Knorpel wird bereits der normale Gelenkeinsatz zu Überlastung und der traumatische Gelenkschaden verläuft unabwendbar progredient.

Darüber hinaus stört die erhöhte Viskosität das normale Gleichgewicht zwischen Diffusion und Rückresorption: die synoviale Rückresorption wird erschwert und die Sekretion zusätzlich verstärkt durch die entzündlichen Kapselinfiltrate. Die daraus resultierenden Schäden bestehen in einer oberflächlichen Demaskierung des fibrillären Knorpelgerüsts, in Spaltbildungen entlang den Fibrillen und Erosionen.

Eine Arthrosis deformans kann demnach die Folge eines gestörten Stoffwechsels sein, sie kann aber auch entstehen durch einen auf die Dauer übersteigerten lokalen Druck bei Achsenfehlstellungen oder ligamentärer Instabilität oder aber infolge unmittelbarer mechanischer Schäden. Die genannten Bedingungen können aus vielen anderen Gründen entstehen, sie kommen jedoch auch auf dem Wege mechanischer Schädigung, dem Trauma, zustande.

aufgelöst. Die Abbauprodukte, vorwiegend Proteinglykane (saure Mucopolysaccharide) erhöhen die Viskosität der Gelenkflüssigkeit. Dabei ist die Quantität der Verschleißvorgänge abhängig vom Gelenkeinsatz, d. h. bei starkem Gelenkeinsatz nimmt die Zahl der abgesprengten Knorpelsplitter in der Gelenkflüssigkeit um ein vielfaches zu.

Die Viskositätszunahme der Gelenkflüssigkeit führt durch die veränderten Diffusionsverhältnisse zu einer nutritiven Schädigung des Gelenkknorpels, welche ihrerseits wieder die Verschleißvorgänge fördert. Für den so geschädigten Knorpel wird bereits der normale Gelenkeinsatz zu Überlastung und der traumatische Gelenkschaden verläuft unabwendbar progredient.

Darüber hinaus stört die erhöhte Viskosität das normale Gleichgewicht zwischen Diffusion und Rückresorption: die synoviale Rückresorption wird erschwert und die Sekretion zusätzlich verstärkt durch die entzündlichen Kapselinfiltrate. Die daraus resultierenden Schäden bestehen in einer oberflächlichen Demaskierung des fibrillären Knorpelgerüsts, in Spaltbildungen entlang den Fibrillen und Erosionen.

Eine Arthrosis deformans kann demnach die Folge eines gestörten Stoffwechsels sein, sie kann aber auch entstehen durch einen auf die Dauer übersteigerten lokalen Druck bei Achsenfehlstellungen oder ligamentärer Instabilität oder aber infolge unmittelbarer mechanischer Schäden. Die genannten Bedingungen können aus vielen anderen Gründen entstehen, sie kommen jedoch auch auf dem Wege mechanischer Schädigung, dem Trauma, zustande.

Versucht man die posttraumatische Arthrosis deformans pathogenetisch aufzuschlüsseln, so ergibt sich folgendes Schema:

Die posttraumatische Arthrose ist Folge:

1. einer unmittelbaren Gelenkverletzung
2. einer mit Achsenfehlstellung ausgeheilten Fraktur eines Röhrenknochens
3. von Komplikationen nach Verletzungen, z. B. Sudeck'sche Dystrophie und Kopfnekrose

1. Eine unmittelbare Gelenkverletzung führt zur Arthrose, wenn
 - a) die anatomische Kongruenz der artikulierenden Flächen gestört ist,
 - b) infolge einer ligamentären Schädigung eine funktionelle Inkongruenz besteht,
 - c) sie offen ist und mit Infektion einhergeht

(nach G. Friedebold¹⁷).

ad a) Eine einfache Gelenkquetschung, eine Kontusion, bei der die Kapsel an die Unterlage gepresst wird und die mit einem unterschiedlich starken Erguß einhergeht, führt nur dann zur Arthrose, wenn die Synovialis in breiter Ausdehnung betroffen ist, so daß die Ernährung des Gelenkknorpels entscheidend beeinträchtigt wird. Auch eine isolierte Traumatisierung der Gelenkkapsel, die überdehnt oder eingerissen ist, kann infolge narbiger Ausheilung zu einer Verlängerung der Diffusionsstrecke zwischen Kapselkapillaren und Gelenkkavum führen und so durch beeinträchtigten Stoffaustausch eine Dystrophie des gesamten Gelenkes nach sich ziehen. Beim posttraumatischen Hämarthros liegt die Ursache einer Gelenkschädigung ebenfalls in einer Minderdurchblutung der

Kapsel, die durch Kompression der Kapillaren infolge der Kapselüberdehnung und durch die Volumenzunahme im Gelenkraum hervorgerufen wird. Es resultiert auch hier eine Einschränkung des Stoffaustausches zwischen intravasalem Raum und Knorpel. Daneben führt ein Hämarthros zu einer Synovitis, die ihrerseits zu einer Einschränkung der Kapselfunktion führt. Zusätzlich kommt es noch zu einer ganz erheblichen enzymatischen Schädigung der artikulierenden Fläche durch leukozytäre Enzyme aus den Granulozyten, die in dem Erguß angereichert sind und deren freigegebene Enzyme die Knorpeloberfläche andauen.

Bedeutungsvoller ist die Verletzung des Gelenkknorpels selbst, wenn bei starker axialer Gewalteinwirkung multiple Knorpelsprünge entstehen oder bei zusätzlichem Abschermechanismus ein Knorpelteil abgesprengt und als freier Körper in das Gelenkinnere verlagert wird. Die diffusen Knorpelschäden, die zwar, vor allem am Kniegelenk, relativ selten vorkommen, sind röntgenologisch nicht erfaßbar und bieten außer einem starken Erguß und einem Stauchungsschmerz keine objektivierbare Symptomatik, führen jedoch häufig zu einer schweren Arthrose.

Ist ein Knorpelteil abgesprengt und in das Gelenkinnere verlagert, so ist primär keine Gelenkschädigung zu erwarten, da sich das Mausbett des freien Körpers praktisch immer im lateralen Condylus femoris, also außerhalb der Belastungszone befindet. Wird der freie Körper jedoch zu

lange im Gelenk belassen, so muß mit einer späteren Arthrose gerechnet werden, da er zu sekundären Schäden der artikulierenden Flächen führt.

Wesentlich problematischer sind die knöchernen Verletzungen mit Gelenkbeteiligung – die intraartikulären Frakturen – da jede Frakturierung eines Gelenkkörpers eine Verletzung des hyalinen Gelenkknorpels bedeutet. Die anatomische Kongruenz der Gelenkflächen wird bei vertikalen Einbrüchen durch Sprünge oder Verschiebung der Fragmente gestört, bei Impressionen der Gelenkfläche durch Verlagerung der Imprime in den spongiösen Knochenabschnitt des knöchernen Gelenkkörpers. Mit besonders schwerer unmittelbarer Zerstörung der Gelenkfläche muß bei Kompressionsfrakturen im Bereich eines Gelenkkörpers gerechnet werden. Die Stempelwirkung des Gelenkkopfes bringt es mit sich, daß solche Verletzungen nur auf der Pfannenseite des Gelenkes zu finden sind, während die Vertikalfrakturen beide Teile betreffen können.

- b) Ist der Bandapparat geschädigt und resultiert daraus eine Insuffizienz, so ist der koordinierte Gleitvorgang der artikulierenden Flächen gegeneinander gestört. Eine solche funktionelle Inkongruenz stellt einen präarthrotischen Faktor dar, da sie im Laufe der Zeit zu einem Knorpelabschliff und damit schließlich auch zu einer Veränderung der anatomischen Kongruenz führt. Bei einer Seitenbandverletzung tritt zu der gewohnten Scharnierbewegung bei jedem Bewegungsablauf eine rotatorische Komponente hinzu, die eine Art Mahleffekt auf die Gelenkflächen mit einem Abschliff des

Knorpelgewebes auslöst. Bei einer Kreuzbandinsuffizienz führt der zusätzliche intraartikuläre Schub in der Sagittalebene ebenfalls zum Knorpelabschliff an beiden Tibiacondylen.

Eine Meniscusverletzung kann zu einer Arthrose prädisponieren, wenn der geschädigte Meniscus im Gelenk verbleibt. Dann nämlich begünstigt er den Knorpelverschleiß, da er auf die Dauer der Wirkung eines freien Gelenkkörpers entspricht. Gerade für eine Meniscusläsion scheint aber die Achsenstellung der Extremität eine bedeutsame Rolle zu spielen, da bei einer bestehenden ligamentären Insuffizienz eine oder beide Zwischenknorpelscheiben degenerieren können, so daß sich zwischenzeitlich eine echte Meniscussymptomatik einstellen kann.

- ad c) Bei einer offenen Gelenkverletzung besteht durch die Verbindung des Gelenkinnenraumes und der Außenwelt immer die Gefahr einer Infektion. Die Beherrschung der Infektion besitzt gegenüber der anatomischen Rekonstruktion stets den Vorrang. Eine Wiederherstellung, vor allem mit Osteosynthesematerial, kann erst vorgenommen werden, wenn die Wundheilung abgeschlossen ist.

Eine manifeste Infektion des Gelenkes schädigt in erster Linie die Gelenkinnenhaut und damit die Ernährungsbasis des Knorpels. Gelingt es nicht, mit Hilfe des richtigen Antibiotikums die Infektion innerhalb kurzer Zeit zu beherrschen, so wird der schließlich dystrophe Knorpel zum Wegbereiter einer Arthrose.

2. Eine bedeutsame Rolle für das Entstehen degenerativer Gelenkerkrankungen spielen in Achsenfehlstellungen ausgeheilte Frakturen langer Röhrenknochen infolge der dadurch bedingten Änderung des chondralen Belastungsmusters mit örtlich umschriebenen Verschleißschäden im Gelenk. Vor allem eine Achsenknickung ist mit einer wesentlichen Druckverlagerung im Gelenk verbunden, wobei eine im Varussinne ausgeheilte Tibiafraktur die Arthrose des äußeren Gelenkspaltes begünstigt. Rotationsfehlstellungen führen vorwiegend zu statischen Beschwerden, da das antagonistisch, Muskelgleichgewicht gestört ist. Sie können zwar im allgemeinen muskulär kompensiert werden, erlahmt jedoch die Kompensationsfähigkeit der Muskulatur, wie dies bei schwereren Drehfehlern der Fall ist, so konzentriert sich die Druckbelastung auf einen umschriebenen Bezirk der Gelenkpfanne und löst damit eine Degeneration der Gelenkfläche aus.
3. Eine Arthrosis deformans auf dem Boden einer nutritiven Schädigung entsteht nach posttraumatischen sekundären Komplikationen, wie bei der Sudeck'schen Dystrophie und der posttraumatischen Nekrose bestimmter subchondraler Knochenabschnitte. Bei der Sudeck'schen Dystrophie tritt eine Störung der Blutzirkulation stets peripher der Verletzung auf und bezieht alle angrenzenden Gewebe, also auch die Weichteile, mit ein. Die zur Nekrose führende Störung der Blutregulation ist örtlich auf den Knochen begrenzt, wobei bestimmte Lokalisationen bevorzugt werden.
Beide Krankheitsbilder haben eine Arthrose zur Folge. Während jedoch die Sudeck'sche Dystrophie bis zu einem gewissen Grade beeinflussbar ist, vollzieht sich der Verlauf einer Nekrose bis hin zur Arthrose schicksalhaft.

UNTERSUCHUNGSMETHODEN ZUR ERFASSUNG DER ARTHROSIS DEFORMANS

Zur Erfassung einer Präarthrose oder bereits manifesten Arthrose stehen verschiedene Untersuchungen zur Verfügung:

die klinische Untersuchung mit vorausgehender Anamnese und die radiologische Untersuchung, neben den Standardaufnahmen hier vor allem die Schichtaufnahmen, die Tomographie, und eventuell die Arthrographie (mit positivem oder negativem Kontrastverfahren) in Kombination mit der Tomographie.

Bei der anamnestischen Befragung der nachzuuntersuchenden Patienten hat der Schmerz auf der Seite des verletzten Beines (beim Stehen, beim Strecken und Beugen, sowie beim Gehen einer kürzeren oder längeren Wegstrecke) große Aussagekraft.

Bei der klinischen Untersuchung ist das Augenmerk zu richten auf die äußere Begutachtung des verletzten Beines: eine Muskelatrophie im Bereich des Ober- und Unterschenkels spricht für eine Schonung des Beines infolge Schmerzen oder eingeschränkter Funktion. Weiterhin läßt eine in Achsenfehlstellung ausgeheilte Fraktur den Rückschluß zumindest auf eine beginnende Arthrose zu. Bei den übrigen Untersuchungen wird die Funktion des Kniegelenkes überprüft: Strecken bis 180° , bzw. Streckdefizit bis zu einem bestimmten Grad, maximale Beugung, bzw. Beuge-defizit, sowie eine Beuge- oder Streckhemmung bei Instabilität des Kniegelenkes. Ferner mag die Beobachtung des gehenden Patienten (Hinken oder Nachziehen des betroffenen Beines) bereits einen Hinweis auf eine Arthrose geben.

Objektivieren läßt sich der Befund durch Röntgenuntersuchungen (stets im Vergleich mit der gesunden Seite), wobei in der Beurteilung folgende Phänomene zu beachten sind, die zur Einteilung der Arthrose in

4 Schweregrade geführt haben:

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. leichte Arthrose: | leichte Entrundung der Gelenkkörper und feine Ausziehungen der Eminentia intercondylica, leichte marginale Osteophytenbildung |
| 2. mittelschwere Arthrose: | spitze Ausziehung der Eminentia intercondylica, Entrundung der Gelenkflächen und beginnende Randwulstbildung |
| 3. schwere Arthrose: | Randwülste, Verschmälerung des Gelenkspaltes |
| 4. schwerste Arthrose: | Gelenkspaltverschmälerung verbunden mit subchondraler Sklerose, mächtige Konsolenbildung |

(modifiziert nach Jonasch²² u. Mohing³⁰)

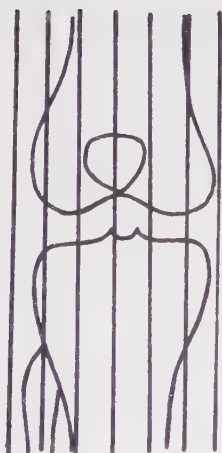
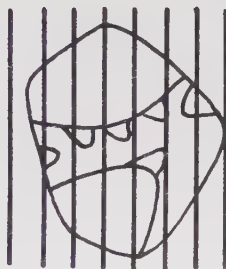
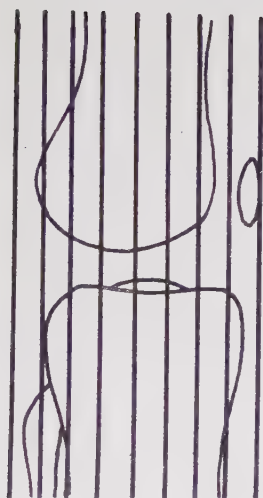
Bei den Röntgenaufnahmen in Standardtechnik (mit a.-p. und lateralem Strahlengang) ist zu beachten, daß es neben Übereinstimmungen zwischen Röntgenbild und anatomischem Substrat sowohl zu falsch positivem wie auch zu falsch negativem Befund kommen kann. Speziell bei Impressionsfrakturen des Tibiakopfes können sich hinter einer radiologisch gesicherten kongruenten Gelenkfläche Stufenbildungen verbergen, die durch Überlagerungseffekte der übrigen knöchernen Gelenkstrukturen nicht sichtbar werden. Desgleichen kann nach Anhebung einer imprimierten Gelenkfläche durch Spongiosaunterfütterung (bei anatomisch völlig glatter Ge-

lenkfläche) ein falsch negativer Befund mit Stufenbildung vorge-
täuscht werden, da dieses Vorgehen eine subchondrale ossäre Struk-
turveränderung mit sich bringt (Henkemeyer-Albrecht-Pässler¹⁹).

Konventionelle Röntgenbilder können demnach zu Fehlinterpretationen
der tatsächlichen anatomischen Situation führen. Es ist deshalb zur
Beurteilung einer sich entwickelnden oder bereits bestehenden post-
traumatischen Arthrosis deformans eine Röntgenuntersuchung mit
Schichtaufnahmen, eine Tomographie, unerlässlich.

Unter Tomographie verstehen wir eine Technik zur Darstellung isolierter
Körperschichten mittels Röntgenstrahlen. Sie ist intra vitam mittels
unterschiedlicher Verwischungsfiguren die einzige Methode, um durch
Änderung der Schichtebene einen "Körper" wie das Kniegelenk räumlich
zu erfassen. Die Schichten werden sowohl im a.-p. wie auch im lateralen
Strahlengang durch den zu untersuchenden Körper gelegt.

SCHEMA DER TOMOGRAPHISCHEN UNTERSUCHUNG AM KNIEGELENK



Die fettgedruckten Linien symbolisieren die Schnittebenen in den 3 räumlichen Dimensionen des Tibiakopfes.

Zur Anhebung des Kontrasts erlaubt die Arthrographie mit positivem Kontrast (wasserlösliches Kontrastmittel) oder negativem Kontrast (Luftfüllung), bzw. kombiniert als Doppelkontrast (Kontrastmittel und Luftinsufflation) eine bessere Beurteilung, insbesondere der Weichteile des Kniegelenkes. Diese, z. B. Menisci oder Gelenkknorpel, heben sich gegenüber der knöchernen Struktur durch ihren feinen Konturbeschlag mit Kontrastmittel und der in den Gelenkraum insufflierten Luft gut ab. Überlagerungseffekte sind aber naturgemäß nicht auszuschließen, weshalb diese Untersuchungsmethode mit der Tomographie kombiniert werden sollte.

FRAGESTELLUNG

Über Verletzungen am Kniegelenk und über die posttraumatische Arthrosis deformans am Kniegelenk ist bereits ein großes Schrifttum veröffentlicht. Die Arbeiten befassen sich in der Hauptsache mit den Behandlungsergebnissen nach bestimmten Kniegelenksverletzungen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, auf die Wichtigkeit der tomographischen Untersuchung des Kniegelenkes zur exakten Diagnostik einer posttraumatischen Arthrosis deformans zu verweisen. Außerdem soll untersucht werden, inwiefern sich die Behandlungsergebnisse der - nach dem neuesten Stand - operativ versorgten Kniegelenksverletzungen im Vergleich zu konservativ versorgten Verletzungen am Kniegelenk im Hinblick auf eine posttraumatische Arthrosis deformans gebessert haben.

KASUISTIK

Es wurden nur Tibiakopffrakturen nachuntersucht. Die übrigen Verletzungen, wie distale Femurfrakturen, Patellafrakturen, Meniscus- und Bandverletzungen, wurden nur in Form von Kombinationstraumen berücksichtigt.

In den Jahren 1960 bis 1973 wurden in der Chirurgischen Universitätsklinik München 251 Tibiakopffrakturen behandelt. Die häufigste Unfallursache war die Stoßstangenverletzung (Tabelle 1)

Tabelle 1		Unfallmechanismus
Verkehrsunfall	Fußgänger	104
	Autofahrer	45
	Moped- und Radfahrer	14
Sturz (Sport, häusliche Verletzung)		69
Schlag (Aufschlag, Arbeitsunfälle)		19
Insgesamt		251

Von den Tibiakopffrakturen waren 118 Männer und 124 Frauen betroffen bei 9 doppelseitigen Frakturen. Das rechte Bein war 117 mal, das linke

Bein 134 mal verletzt.

Insgesamt wurden 165 Tibiakopffrakturen (= 65,7 %) konservativ und 86 (= 34,3 %) operativ behandelt, wobei sich in den letzten Jahren seit 1968 eine deutliche Verschiebung in der Behandlungsmethode abzeichnet.

In der Zeit von 1960 bis 1968 wurden noch 73 % der Fälle (= 124 Fälle) konservativ behandelt gegenüber 27 % (= 47 Fälle) operativ Versorgten.

Seit 1968 bis 1973 nahm der Trend zur operativen Versorgung hin zu: 51 % (= 41 Fälle) konservativ Versorgten standen bereits 49 % (= 39 Fälle) operativ Versorgte gegenüber (Tabelle 2 und 3).

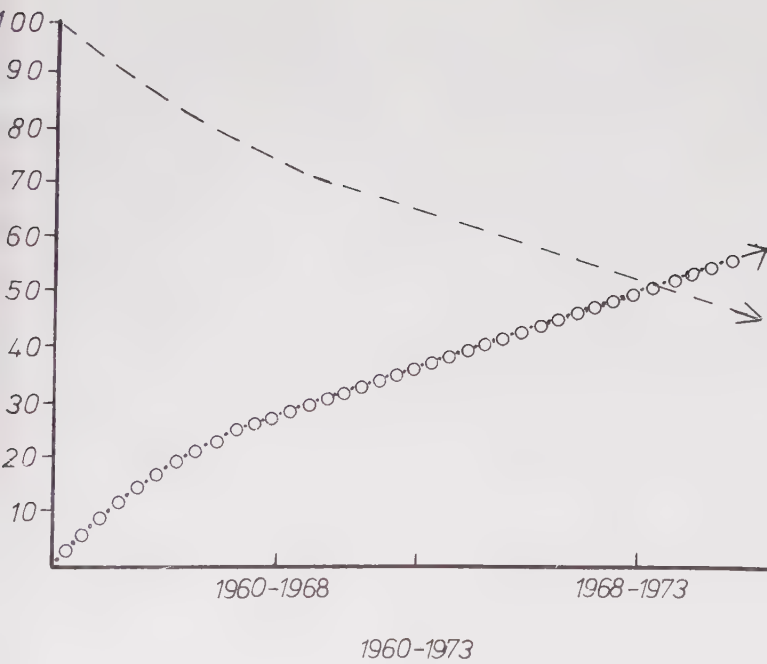
Tabelle 2 Frakturtyp und Behandlung

Frakturtyp	Fallzahl	Operativ	Konservativ
Monocondyläre Fraktur	185	56	129
Lateraler Condylus	150	42	108
Medialer Condylus	35	14	21
Bicondyläre Fraktur	43	19	24
Trümmerfraktur	23	11	12
Insgesamt	251	86	165
Prozentzahl	100 %	34,3 %	65,7 %

Tabelle 3

Zeitraum	Fallzahl	Operative Versorgung	Konservative Versorgung
1960 - 1968	171	47	124
Prozentzahl	100 %	27 %	73 %
1968 - 1973	80	39	41
Prozentzahl	100 %	49 %	51 %
1960 - 1973	251	86	165
Prozentzahl	100 %	34,3 %	65,7 %

Operative Versorgung / Konservative Versorgung



— — — — = konservative Versorgung

ooooooo = operative Versorgung

——> = zu erwartender Trend

Die graphische Zeichnung zeigt die deutliche Verschiebung der Behandlungsmethoden zugunsten der operativen Versorgung bei Tibiakopfbrüchen.

Tabelle 4 zeigt das bei den operativ versorgten Fällen verwendete Osteosynthesematerial auf.

Tabelle 4

Osteosynthesematerial	Lateraler Condylus	Medialer Condylus	Bicondyläre Fraktur	Trümmerfraktur	Insgesamt
Kirschnerdraht	4	1	-	-	5
Schrauben (Zugschrauben nach AO, Andreesenschraube)	31	7	8	6	52
Winkel- und Löffelplatte	7	6	11	5	29
Insgesamt	42	14	19	11	86

In 34 Fällen kamen Kombinationen von Zugschrauben mit Platten, Kirschner-Drähten mit Schrauben oder Verplattung, bzw. Verschraubung mit Unterfütterung zur Anwendung.

Tabelle 5 Endergebnisse der Tibiakopffrakturen im Röntgenbild nach operativer und konservativer Versorgung

Frakturtyp	Ideale Rekonstruktion				Inkongruenz geringen Grades				Erhebliche Stufenbildung			
	operativ		konservativ		operativ		konservativ		operativ		konservativ	
	S- Bruch	K- Bruch	S- Bruch	K- Bruch	S- Bruch	K- Bruch	S- Bruch	K- Bruch	S- Bruch	K- Bruch	S- Bruch	K- Bruch
Lateraler Condylus	12	3	11	-	1	5	5	14	1	3	-	9
Medialer Condylus	5	-	4	-	-	3	-	2	-	1	-	1
Bicondyläre Fraktur	5	4	6	-	2	1	5	2	-	2	3	5
Trümmerfraktur	-	-	-	-	-	6	-	2	-	2	-	4
Insgesamt	22	7	21	-	3	15	10	20	1	8	3	19
Prozent	51,8%		28,8%		32,1%		41,1%		16,1%		30,1%	

S-Bruch = Spaltbruch

K-Bruch = Kompressionsbruch

In Tabelle 5 wurden insgesamt 129 Fälle - davon 56 operativ versorgt und 73 konservativ versorgte Fälle - im Röntgenbild (Unfallröntgenbild und Endergebnisse im Röntgenbild) ausgewertet.

Der Auswertung wurde die Einteilung

- a) anatomische Rekonstruktion,
- b) geringgradige Inkongruenz,
- c) erhebliche Stufenbildung

zugrunde gelegt.

Vergleicht man die Röntgenergebnisse nach konservativer und operativer Behandlung, so wird klar ersichtlich, daß bei einem Kompressionsbruch eine ideale Rekonstruktion nur durch operative Behandlung erzielt werden kann. Reine Spaltbrüche lassen auch nach konservativer Behandlung gute Resultate erwarten.

Bei den Fällen geringgradiger Inkongruenz sind die konservativ behandelten Fälle - speziell Kompressionsbrüche - in höherem Maß beteiligt.

Die Fälle mit erheblicher Stufenbildung gehen in überwiegendem Ausmaß zu Lasten der konservativ behandelten Fälle.

Der Prozentsatz der guten bis optimalen Ergebnisse ist nach operativer Behandlung etwa doppelt so hoch als nach konservativer Behandlung.

Tabelle 6 Prozentuale Verteilung der Endergebnisse in verschiedenen Beobachtungszeiträumen

Zeitraum	Ideale Rekonstruktion		Inkongruenz geringen Grades		Erhebliche Stufenbildung	
	operativ	konservativ	operativ	konservativ	operativ	konservativ
1960 - 1968	61,7 %	30,8 %	23,5 %	42,6 %	14,8 %	26,6 %
1968 - 1973	-	-	77,8 %	20 %	22,2 %	80 %
1960 - 1973	51,8 %	28,8 %	32,1 %	41,1 %	16,1 %	30,1 %

In Tabelle 6 wurden die Endergebnisse der operativ und konservativ behandelten Tibiakopffrakturen - prozentual ausgedrückt - für die Zeitabschnitte 1960 - 1968 und 1968 - 1973 aufgeschlüsselt.

Die fehlende ideale Rekonstruktion im Zeitabschnitt 1968 - 1973 ist damit zu erklären, daß insgesamt die Fallzahl der ausgewerteten Röntgenbilder wesentlich geringer war als von 1960 - 1968.

Es kann jedoch festgestellt werden, daß ideale bis gute Ergebnisse nach operativer Behandlung einen etwa doppelt so hohen (bzw. einen ca. viermal so hohen) Prozentsatz ausmachen als nach konservativer Behandlung.

Der Prozentsatz der konservativ behandelten Tibiakopffrakturen mit erheblich-

Stufenbildung ist übereinstimmend ca. doppelt so hoch (bzw. viermal so hoch) als bei operativ behandelten.

Zusammengefaßt kann gesagt werden, daß die Endergebnisse nach operativer Versorgung von Tibiakopfbrüchen wesentlich besser sind als nach konservativer Behandlung.

Fallzusammenstellung

Bei den Nachuntersuchungen der Tibiakopfbrüche wurden zur Abklärung der röntgenologisch erfaßbaren Tibiakonsolenverhältnisse standardisierte Übersichtsaufnahmen im frontalen und lateralen Strahlengang, die Arthrographie und die Tomographie angewandt, um eine bessere räumliche Beurteilung der Arthrosen zu ermöglichen.

Die nachuntersuchten Fälle operativer und konservativer Versorgung zeigen in der Schichtuntersuchung oft noch zusätzliche Merkmale, z. B. Stufenbildungen nur in ein oder zwei Ebenen oder Kraterbildungen, welche bei der Betrachtung der Übersichtsaufnahme oft verlorengehen.

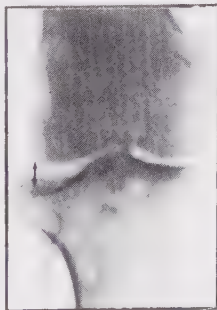
Es wurden willkürlich aus dem Fallgut 10 typische Beispiele ausgewählt.

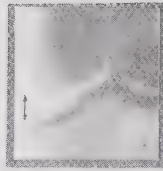
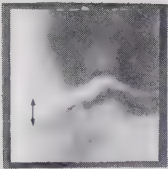
Fall 1: K. A. 73 Jahre alte Frau, laterale Kompressionsfraktur bei Verkehrsunfall neben anderen Verletzungen des Skeletts. Als Behandlung Ruhigstellung in Gips über mehrere Wochen, Entlassung mit knöchernem Durchbau der Impression.

4 Jahre später Nachuntersuchung bei instabilen Gelenkverhältnissen und subjektiven Beschwerden schon nach kurzen Wegstrecken.

Aufnahme 4 Jahre nach Unfall:

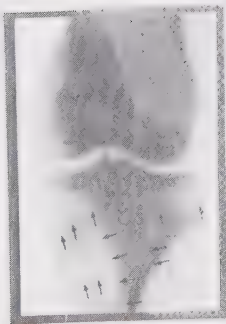
Laterale Gelenkspaltverbreiterung als Folge der Impressionsfraktur.



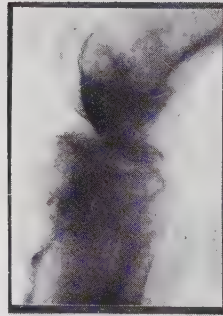


Im Tomogramm keine Stufenbildung am Tibiaplateau

Fall 2: R. S. 63 Jahre alter Mann. Verkehrsunfall. T-förmige Trümmerfraktur (laterales und mediales Condylenfragment, distales Schaftfragment). Gipsbehandlung, Varisierung bei der Entlassung. Nach 1 Jahr subjektiv mäßige Beschwerden, mittlere Wegstrecken Gangbar.

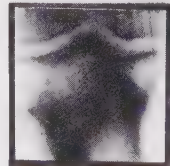
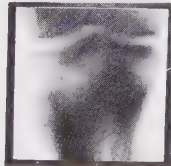


Unfallaufnahme



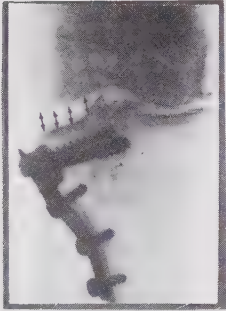
Aufnahme 1 1/2 Jahre nach konservativer Versorgung:

Achsenfehlstellung des Caput tibiae zum Schaft. Dadurch geänderte Belastungsverhältnisse mit stärkerem Druck auf den medialen Meniscus.

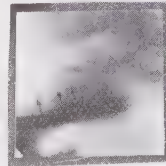
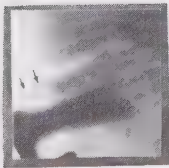


Tomographisch völlig glatte Gelenkflächen, Verknöcherungszone der alten Fraktur mit starker Verdichtungszeichnung.

Fall 3: S. M. Verkehrsunfall. Impressionsfraktur laterales Tibiaplateau. Beteiligung der Eminentia intercondylica. Operative Versorgung mittels AO-Löffelplatte. Keine Spongiosaunterfütterung.



1 1/2 Jahre später bei relativ glatter lateraler Gelenkfläche
Spaltverbreiterung infolge fehlender Spongiosaunterfütterung.

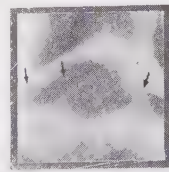
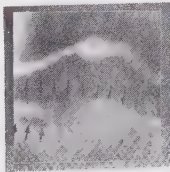


Im Tomogramm als zusätzliche Information zentral sitzende
subchondrale Cystchenbildung und kleine laterale Gelenkstufe.

Fall 4: S. H. Verkehrsunfall mit Tibiakopffraktur. Zunächst konservative Versorgung in Gips. 4 Monate später häuslicher Unfall mit Refraktur, anschließend operative Versorgung mittels Verschraubung. Entlassung in belastungsstabilen Verhältnissen.

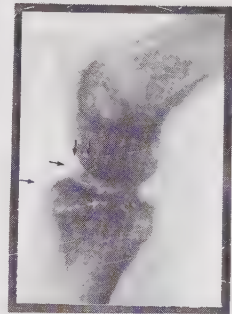
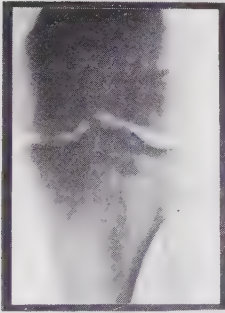


Zustand nach 3 1/2 Jahren (Materialentfernung)

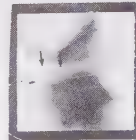


Tomographisch weitgehend glatte Plateauverhältnisse, nahe am medialen Intercondylenhöcker jedoch noch eine Stufe zu sehen, welche infolge Überlagerung als Information auf der Übersichtsaufnahme verlorenggeht. Der Demarkationssaum des Schraubenkanals ist mittels Pfeilen markiert.

Fall 5: G. D. Verkehrsunfall. Mediale Impressionsfraktur mit Beteiligung des Kreuzbandhöckers. Operative Versorgung mit Hebung der Impression, Spongiosaunterfütterung und Fixation durch Verschraubung.



2 1/2 Jahre später ist die Spongiosapломbe schon gut eingewachsen (in Form der umschriebenen knöchernen Verdichtungsstrukturierung nachzuweisen). Diese ragt jedoch in den Gelenkspalt vor.



Letzteres läßt sich sowohl im Seitbild als auch im Seittomo besonders gut nachweisen.

Fall 6: W. M. Verkehrsunfall. Tibiakopffraktur beidseits.

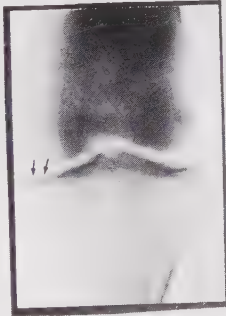
Links leichte mediale Impressionsfraktur mit lateraler Gelenkstufenbildung. Konservative Versorgung.

Rechts weitaus stärkere Gewalteinwirkung mit operativer Versorgung (Hebung der Impression, Spongiosainterponat, Fixation durch Verschraubung).

Entlassung in funktionseingeschränkten belastungsstabilen Verhältnissen.

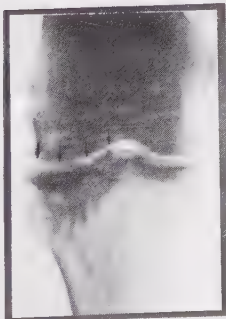
Linkes Knie:

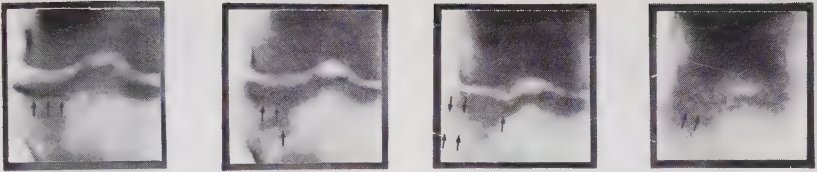
Nach 4 Jahren die Stufenbildung noch gut zu sehen, sonst keine Veränderungen. Subjektiv und objektiv gute Funktion.



Rechtes Knie:

Arthrose nach 4 Jahren am lateralen Tibiaplateau mit stärkerer Unrauhigkeit der Gelenkfläche.





Tomographische Sklerosierung, muldige Impression und cystische subchondrale Strukturierung zu sehen.

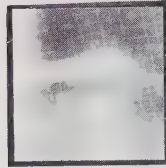
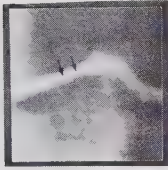
Fall 7: N. G. Verkehrsunfall. Absprengung eines größeren Knochenfragments mediallyseits mit Frakturverlauf im medialen Condylusan-
teil. Operative Versorgung mittels Schraubenplatte.



Nach 1 Jahr gute Stellungsverhältnisse. Am Plateau nur geringe Verklumpung im lateralen Intercondylengebiet.

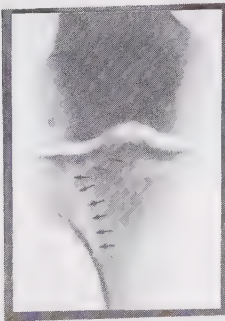


3 Jahre später keine weitere knöcherne Reaktion mehr nach Materialentfernung.

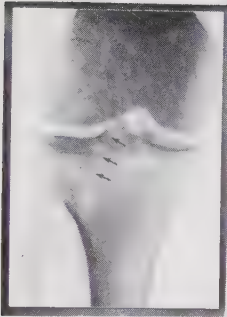


Auf Übersicht und im Tomogramm keine Zeichen einer fortschreitenden Arthrose.

Fall 8: T. E. 59 Jahre alte Frau. Verkehrsunfall mit lateraler Impressionsfraktur. Gipsruhigstellung über Wochen. Kontrolluntersuchung nach 5 Jahren mit mäßiger Gelenkstabilität und stärkeren Beschwerden nach längerem Gehen.

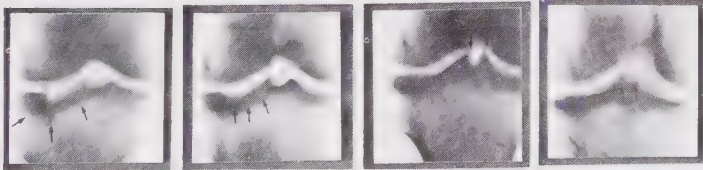


Unfallaufnahme: Laterale Tibiakopffraktur, meißelförmiges Fragment, mäßige Impression.



5 Jahre später:

Konservative Behandlung, Einheilung in alter Position,
fortschreitende Arthrosis deformans, z. B. Auszipfelung
der Eminentia intercondylica, Randappositionen.

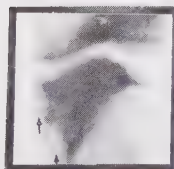


Tomographisch zentrale deutliche Grübchenbildung am la-
teralen Tibiaplateau.

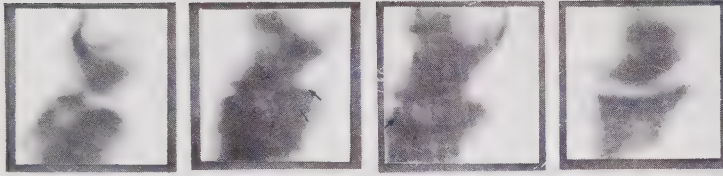
Fall 9: P. B. 54-jähriger Mann, Arbeitsunfall. Tibiakopftrümmerfraktur mit Beteiligung des medialen Condylus und Impression der medialen Gelenkfläche. Operative Rekonstruktion mit Spongiosaunterfütterung und Hebung der Impression, Schraubenfixation. Entlassung in belastungsstabilen Verhältnissen. 4 Jahre später subjektiv mäßiges Instabilitätsgefühl. Gehfähigkeit über längere Wegstrecken nur mit mäßigen Beschwerden.



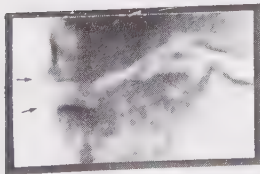
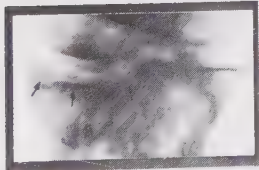
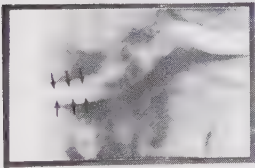
Nach 4 Jahren unregelmäßige Verdichtungsstrukturierung mit zystischenartigen Aufhellungen und arthrotischen Randzacken an Femur und Tibia. Verklumpung und Ausziehung der Eminentia intercondylica.



Tomographie: Bessere Beurteilbarkeit der knöchern-cystischen RepARATION am Tomogramm. Auch die Eminentia intercondylica läßt das Ausmaß des Schadens besser erkennen.



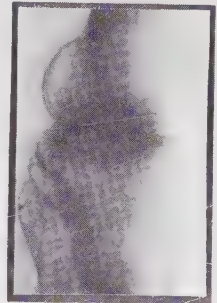
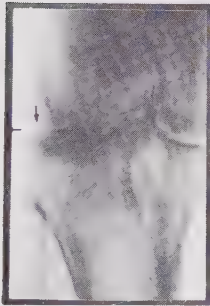
Die seitlichen Schichten lassen auch nach 4 Jahren noch eine eindeutige Lokalisation in den mittleren und ventralen Abschnitten des medialen Tibia-plateaus zu.



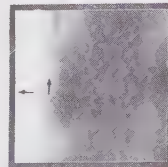
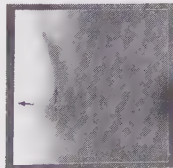
Arthrographie:

Flache, jedoch größere Kraterbildung mit geschädigtem Gelenkknorpel am Tibia-plateau medial, sekundär arthrotische Veränderung auch an der korrespondierenden Gelenkfläche des Femur, zerstörte Eminentia intercondylica, unregelmäßig strukturiert, vollknöchern ausgefüllt.

Fall 10: S. F. 76 Jahre alte Frau. Verkehrsunfall. Laterale Impressionsfraktur, Beteiligung des Kreuzbandhöckermassivs, Bruchfragmente mit dem Condylus medialis und Condylus lateralis. Nach 5 Jahren bei Bewegung noch starke Schmerzen und deutliche Funktionseinschränkung.



5 Jahre nach dem Unfall ausgeprägte Arthrosis deformans, Osteoporose, Gelenkspaltverschmälerung mit Meniscusdegeneration (lateral), Auszippelung der Eminentia intercondylica, Lateralverbreiterung des Tibiakopfes.



Auch im Tomogramm die Lateralverbreiterung nachweisbar. Die Tibiaplateaufläche aber ohne größere Unrauhigkeit. Ausgeprägte Gelenkspaltverschmälerung.

DISKUSSION

Die Arthrosis deformans eines jeden Gelenkes entwickelt sich auf dem Boden eines pathologisch veränderten hyalinen Gelenkknorpels, wobei sich die Störung im mikroskopischen Bereich - nämlich gestörte Ernährung des Gelenkknorpels durch erhöhte Viskosität der Gelenksflüssigkeit (gestörter Stoffwechsel) - befinden kann. Die Veränderung des hyalinen Knorpels kann aber selbstverständlich auch durch eine unmittelbare mechanische Schädigung oder aber durch einen auf Dauer übersteigerten lokalen Druck bei Achsenfehlstellung oder ligamentärer Instabilität hervorgerufen werden.

Die Art, wie bei Tibiakopftraumen eine Verletzung des hyalinen Gelenkknorpels entsteht (unmittelbare Verletzung des Knorpels), veranschaulicht nachstehendes Foto.



Die weißen Linien symbolisieren die Schnittebene bei der tomographischen Untersuchung des Tibiakopfes

Anatomisches Präparat der Tibiakopfkonsole mit Menischi und belassenen Insertionsstellen der Kreuzbänder. Die Frakturverläufe wurden mittels Pfeilen markiert.

Objektivieren läßt sich eine Arthrose durch Röntgenuntersuchungen.

Charakteristische Veränderungen am Röntgenbild haben zur Einteilung der Arthrose in 4 Schweregrade geführt:

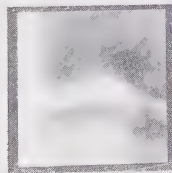
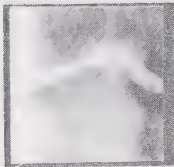
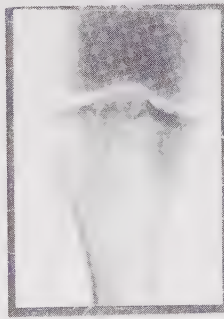
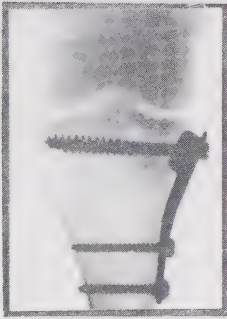
- | | |
|----------------------------|---|
| 1) leichte Arthrose: | leichte Entrundung der Gelenkkörper und feine Ausziehungen der Eminentia intercondylica, leichte marginale Osteophytenbildung |
| 2) mittelschwere Arthrose: | spitze Ausziehung der Eminentia intercondylica, Entrundung der Gelenkflächen und beginnende Randwulstbildung |
| 3) schwere Arthrose: | Randwülste, Verschmälerung des Gelenkspaltes |
| 4) schwerste Arthrose: | Gelenkspaltverschmälerung verbunden subchondraler Sklerose, mächtige Knochensolenbildung |

(modifiziert nach Jonasch²² und
Mohring³⁰)

Zur Veranschaulichung der arthrotischen Veränderungen folgende Beispiele:

Grad 0

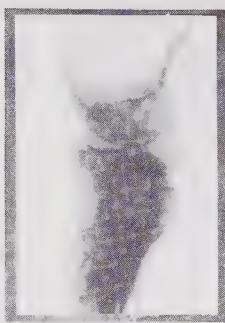
keinerlei arthrotische Veränderungen



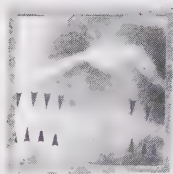
Auch im Tomogramm keine Hinweise für eine Arthrose.

Grad I:

leichte Arthrose



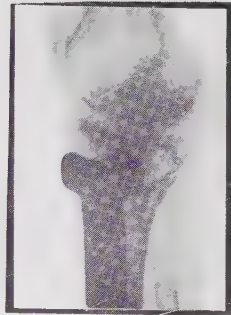
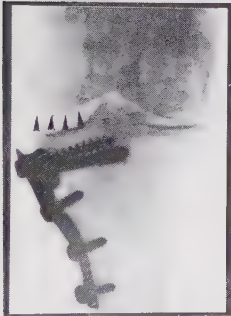
Nach der Übersichtsaufnahme weitgehend glatte Plateauverhältnisse.



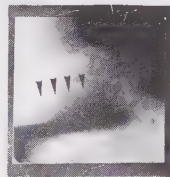
Im Tomogramm zeigt sich jedoch nahe am medialen Intercondylenhöcker eine Stufe, welche als Information infolge Überlagerung auf der Übersichtsaufnahme verlorengeht.

Grad II:

mittelschwere Arthrose



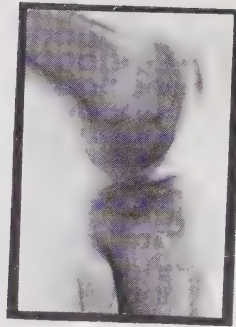
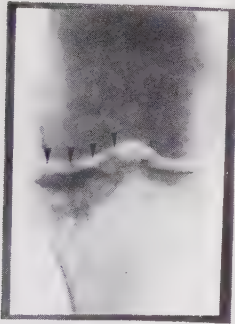
Bei relativ glatter Gelenkfläche Spaltver**brei**terung lateral infolge fehlender Spongiosaunterfütterung.



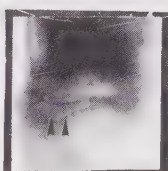
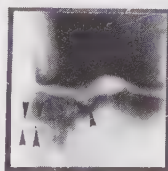
Im Tomogramm zeigen sich als weitere Information zentral sitzende subchondrale Cystchenbildung und eine kleine laterale Gelenkstufe.

Grad III:

schwere Arthrose



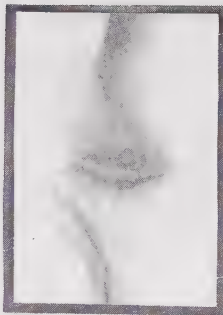
Arthrose mit stärkerer Unrauhigkeit der Gelenkfläche.



Erst im Tomogramm wird eine zusätzliche Sklerosierung, muldige Impression und cystische subchondrale Strukturierung sichtbar.

Grad IV:

schwerste Arthrose



Ausgeprägte Arthrosis deformans, Osteoporose, Gelenkspaltverschmälerung mit Meniscusdegeneration lateral, Auszippelung der Eminentia intercondylica, Lateralverbreiterung des Tibiakopfes.



Im Tomogramm derselbe Befund ohne neue Gesichtspunkte.

Anhand der vorgegebenen Beispiele läßt sich deutlich erkennen, daß die standardisierten Übersichtsaufnahmen zur alleinigen Diagnostik der Arthrosis deformans unzulänglich, ja manchmal irreführend sind.

Speziell bei Impressionsfrakturen des Tibiakopfes können sich hinter einer radiologisch gesicherten kongruenten Gelenkfläche Stufenbildungen verbergen, die durch Überlagerungseffekte der übrigen knöchernen Gelenkstrukturen nicht sichtbar werden.

Ebenso kann jedoch auch nach Spongiosaunterfütterung bei einer Impressionsfraktur infolge subchondraler ossärer Strukturveränderung eine Stufenbildung bei anatomisch völlig glatter Gelenkfläche vorgetäuscht werden.

Exakte Information über den Schweregrad einer Arthrosis deformans kann uns nur die Tomographie, evtl. auch in Kombination mit der Arthrographie, geben, da diese Untersuchungsmethode durch ihre Eigenheit, mittels Verwischungsfiguren Schnitte durch den zu untersuchenden Körper zu legen, Überlagerungseffekte, wie sie bei der Übersichtsaufnahme üblich sind, ausschließt.

Es bleibt nun noch die Frage zu beantworten, welche Behandlungsmethode bei der jeweiligen Verletzung - ob konservativ oder operativ - angebracht ist, um optimale oder bestmögliche Ergebnisse zu erzielen und eine spätere Arthrosis deformans so weit wie möglich zu verhindern.

Um eine spätere Arthrose zu vermeiden, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- 1) eine möglichst völlige Wiederherstellung der Gelenkfläche
- 2) die Erhaltung eines straffen Band- und Kapselapparates
- 3) eine möglichst achsengerechte Stellung des Beines.

Mit welcher Behandlungsmethode dieses Ziel am besten erreicht wird, hängt von der Art der Verletzung, den Weichteilverhältnissen, dem Alter und Allgemeinzustand des Verletzten und von der Beindurchblutung ab.

Die Frage, ob konservativ oder operativ vorgegangen wird, muß in jedem Fall individuell gestellt werden.

Bei einfachen Spaltbrüchen kann durch konservatives Vorgehen durchaus mit günstigen Ergebnissen gerechnet werden, sofern sich während der Verlaufskontrollen keine Stellungsänderung ergibt.

Ergeben jedoch konservative Maßnahmen eine nicht ausreichende Fragment- und Achsenstellung oder Fixierung der Fragmente oder erscheint nach Art der Fraktur und Fragmentverschiebung eine konservative Behandlung von vornherein aussichtslos (z. B. bei Verklemmung oder Verkantung der Bruchstücke oder Weichteilinterposition), so besteht die Indikation zu operativem Vorgehen. Dabei müssen jedoch wiederum die allgemein gültigen Faktoren der Operationsfähigkeit berücksichtigt werden. Als günstigster Operationszeitpunkt hat sich die 8-Stundengrenze nach dem Unfallereignis erwiesen.

Mit guten Operationsresultaten kann gerechnet werden, wenn lediglich eine Tibiakonsole abgebrochen und dislociert ist ohne gleichzeitige größere Corticalis- oder Spongiosaschädigung.

Bestehen jedoch bei einer Im- oder Depressionsfraktur ein Knochensubstanzdefekt oder Impressionen der Knorpelflächen, so muß dieser Defekt (zur Wiederherstellung der Gelenkfläche) nach Fragmenthebung durch Spongiosaplastik oder Corticalisunterfütterung (Material z. B. aus dem Beckenkamm) ausgeglichen werden. Dabei ist die Überkorrektur zum Ausgleich späterer osteolytischer Vorgänge von entscheidender Bedeutung.

Wie die Statistik der letzten Jahre zeigt, hat die Operationsfreudigkeit bei Tibiakopftraumen deutlich zugenommen. Als wichtiger Vorteil des operativen Vorgehens gegenüber dem konservativen Verfahren hat sich neben einer möglichst guten Reposition die Bruchstabilisierung erwiesen, die eine frühzeitige Bewegungstherapie ermöglicht. Dadurch können Gelenkversteifungen, Muskelatrophien, Gelenkinstabilität, Sudeck etc. vermieden werden.

Vergleicht man die Spätergebnisse sowohl konservativ wie operativ versorgter Tibiakopftraumen, so kommt man zu dem Schluß, daß in den meisten Fällen durch operatives Vorgehen wesentlich bessere Resultate zu erwarten sind. Dennoch muß bei jedem einzelnen Fall die Individualität in Hinblick auf Operationsindikation und Operationsfähigkeit sorgfältig erwogen werden.

ZUSAMMENFASSUNG

In den Jahren 1960 - 1973 wurden an der Chirurgischen Universitätsklinik München 251 Tibiakopffrakturen behandelt. Anhand einer radiologischen Nachuntersuchung wird die Problematik der exakten Diagnostik der posttraumatischen Arthrosis deformans aufgezeigt.

Es erweist sich die TOMOGRAPHIE als unerläßliche Untersuchungsmethode, da nur mit Schichtaufnahmen eine detaillierte Aussage über das Tibiakopfplateau gemacht werden kann. Die standardisierten Übersichtsaufnahmen weisen zu starke Superpositionseffekte auf, um die Plateauverhältnisse exakt beurteilen zu können. Anhand der vorliegenden Fälle wurde versucht, diese These mittels Bildmaterial zu beweisen.

Die Schweregradeinteilung der Arthrosis deformans - ebenfalls illustriert durch Fälle aus dem chirurgischen Krankengut - basiert auf einer Arbeit von Jonasch²² und Mohing³⁰.

Weiterhin wird die Frage der Behandlungsart der verschiedenen Verletzungen diskutiert. Die Endergebnisse bei 129 radiologisch nachuntersuchten Fällen - 56 operativ versorgten und 73 konservativ versorgten Fällen - zeigen, daß im Hinblick auf eine posttraumatische Arthrosis deformans die operative Behandlung zu wesentlich günstigeren Resultaten führt als die konservative Versorgung.

L I T E R A T U R

- 1 Andreesen R. Meniscusbeschädigungen. Erg. Chir. 1937, Bd. 30
- 2 Baumgartl F. Das Kniegelenk. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1964
- 3 Baumgartl F. u. Die Arthrosehäufigkeit nach Totalexstirpation von Meniscen unter besonderer Berücksichtigung der Femoro-Patellargelenke. Mschr. Unfallhe Springer-Verlag 1972
- 4 Bechtold W. u. Zur Frage der sog. "Meniskuszysten". Z.Orth 1960, Bd. 92
- 5 Becker T. Grundriß der speziellen Unfallchirurgie T. 2 Barth-Verlag Leipzig 1968
- 6 Bedacht R. - Klinik und Therapie der Patellafraktur. Chir. Praxis 14, 1970
- Meyer A. -
- Wilhelm K.
- 7 Böhler J. Gekreuzte Drähte, ein einfaches Prinzip der Osteosynthese. Arch. orthop. Unfallchir. 1955 Bd. 47, H. 2
- Ders. Die operative Behandlung der frischen Seitenbandrisse des Kniegelenkes. Arch. orthop. Unfallchir. 1953, Bd. 4
- Ders. Bankspanverpflanzung bei frischen Schaftbrüchen der langen Röhrenknochen. Chirurg 26, 1955
- Ders. Die Behandlung der Kniescheibenbrüche. Dtsch. med. Wschr. 25, 1961
- Ders. Unfallmed. Tagung Baden-Baden 1967

- 8 Böhler L. Die Technik der Knochenbruchbehandlung.
13. Aufl. Wien: Maudrich 1957
- Ders. Störungen der Kallusbildung. Wien, klin.
Wschr. 55 (1943)
- Ders. Die Marknagelung in der Wiederherstellungs-
chirurgie. Ver. deutsch. orthop. Ges. 35 (1944)
- 9 Boos O. Spezielle Orthopädie. Georg Thieme-Verlag
Stuttgart 1961
- 10 Brückner H. Der Aufbau schwerster Tibiakopfbrüche mit
autoplastischer Patella. Chir. Praxis 11, 1967
- 11 Bürkle de la Camp.H. Handbuch der gesamten Unfallheilk. Enke-Ver-
lag Stuttgart 1965
- 12 Dreyer J. u. Indikation der partiellen Patellektomie.
Groher W. Chir. Praxis 12, 1968
- 13 Eggers G.W.N. in Contact-compression, a factor in osteogenesis.
Eggers-Schindler Th.O. J. Bone Jt. Surg. 31A, 1946
Pomerat Ch.M.
- 14 Ehalt W. Erfahrungen in der Marknagelung offener Unter-
schenkelbrüche. Arch. orthop. Unfall-Chir. 44
1951
- Ders. Becken und untere Gliedmaßen in klinischer
Chirurgie für die Praxis. Thieme-Verlag
Stuttgart 1963, Bd. 4
- 15 Ehalt W. u. Öhl W. Die Operation der frischen Risse des medialen
Seitenbandes am Kniegelenk. Arch. orthop. Un-
fallchir. 1955, Bd. 47
- 16 Ender J. Brüche des Schienbeinkopfes. Langenbecks
Arch. klin. Chir. 275 (1953)
- Ender J. Behandlung und Behandlungsergebnisse der
Schienbeinkopfbrüche. Arch. orthop. Unfall-
chir. 47 (1955)

- 17 Friedebold G. Die posttraumatische Arthrose. H. z. Unfallheilk. H. 110, 1971/72, Springer-Verlag Berlin
- 18 Groh H. Der Meniscusschaden des Kniegelenkes als Unfall- u. Aufbrauchsfolge. Enke-Verlag, Stuttgart 1954
- 19 Henkemeyer H.-
Albrecht K.-
Pässler H. Die Aussagekraft des Röntgenbildes bei der operativen Versorgung von Tibiakopffrakturen im Hinblick auf das Entstehen posttraumatisch Gonarthrosen. H. z. Unfallheilk., Springer-Verlag Berlin 1972
- 20 Hohl M. Fractures of the tibia condyle. J. Bone Jt. Surg. 38 A, 1956
- 21 Hohmann G. Fuß und Bein. München, J. F. Bergmann 1951
- 22 Jonasch E. Das Kniegelenk. Walter de Gruyter & Co, Berlin 1964
- Ders. Zerreißen des äußeren und inneren Knie-seitenbandes. Springer-Berlin 1958, Bd. 7
- 23 Junghanns H. Die Brüche des knienahen Unterschenkelabschnittes. Langenbecks Arch. klin. Chir. 276, 1953
- 24 Körte (Zitat aus Baumgartl F., Das Kniegelenk)
- 25 Krömer K. Der verletzte Meniscus. 3. Aufl., W. Maudrich Wien 1955, Bd. 6
- Ders. Zur operativen Behandlung der Seitenbandrisse des Kniegelenkes. Chir. 1963, H. 6
- 26 Küntscher G. Stabile Osteosynthese gelenknaher Brüche. Zbl. Chir. 82, 1957
- 27 Lange M. Orthop.-chir. Operationslehre, Erg.-Bd., Bergmann-Verlag, München 1968
- 28 Mittelbach H. u. Gelbke H. Bandverletzungen am Kniegelenk. Chir. Praxis, Bd. 15, 1971

- 29 Mittelmeier H. Meniscusverletzungen. Z. Orthop., Enke-Verlag Stuttgart 1973
- 30 Mohing W. Die Arthrosis deformans des Kniegelenkes. Berlin-Heidelberg-New York. Springer 1966
- 31 Müller J. Behandlung von Trümmerbrüchen der Knie-scheibenpole. H. z. Unfallheilk., H. 110, 1971/72
- 32 Müller M. E. - Allgöwer M. - Willenegger H. Manual der Osteosynthese, AO-Technik. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1969
- Dies. Technik der operativen Knochenbruchbehandlung. Berlin-Göttingen-Heidelberg, Springer 1963
- 33 Nyga W. Tibiakopffrakturen. Chir. Praxis 14, 1970
- 34 Pirker-Wunderlich (Zitat aus O. Boos, Spezielle Orthopädie)
- 35 Payr E. Der heutige Stand der Gelenkchirurgie. Kongreßber. Langenbecks Arch. klin. Chir. 148, 1927
- 36 Pelzl H. u. Rueff F. L. Operative und konservative Behandlung der Meniskusverletzung. MMW 2/1969
- 37 Rathke F. W. Zschr. Orthop. 86, 29 (1955)
- 38 Rehn J. Bandverletzungen des Kniegelenks. Orthop. Zeitschrift 1973
- 39 Rothascher H. Langenbecks Arch. klin. Chir. 294 (1960)
- 40 Schaer H. Der Meniskusschaden. Thieme-Verlag Leipzig 1938
- 41 Schauwecker F. u. Weller S. Die operative Behandlung der Tibiakopf- und subcondylären Tibiafrakturen. Mschr. Unfallheilk. 73 (1970)
- 42 Scheibe (Zitat nach F. Wolf, H. z. Unfallheilk. 1971/72)
- 43 Schönbauer H. R. Trümmerbrüche der Kniescheibe. Arch. orthop. Unfall-Chir. 1955, Bd. 47

- 44 Serfling H. J. Spezielle Chirurgie. Barth-Verlag Leipzig
1971
- 45 Smillie J. S. Injuries of the knee joint. Edinburgh:
Livingstone 1951
- 46 Springorum P. W. Anamnesen und Befunde bei Meniscusläsionen.
Mschr. Unfallheilk. 1960, Bd. 63
- 47 Thiem (Zitat aus Baumgartl F., Das Kniegelenk)
- 48 Trendelenburg (Zitat aus Baumgartl F., Das Kniegelenk)
- 49 Viernstein K. Zur Behandlung supracondylärer Trümmer-
brüche des Femur. Z. Orthop. 88, 1957
- 50 Weigert M. Kniebandnaht und Kniebandersatz. Z. Orthop.
111 (1973)
- 51 Weller S. u. Die Traumatologie des Kniegelenkes. Thieme-
Köhnlein H. E. Verlag Stuttgart, 1962
- 52 Wiberg G. Acta orthop. scand. 12 (1941)
- 53 Wilhelm K. - Die operative Versorgung von Tibiakopffrakturen.
Rueff F. L. - Mschr. Unfallheilk., Springer-Verlag 1971
Bedacht R.
- 54 Wilson W. J. u. J. Bone Jt. Surg. A 34 (1952)
Jacobs J. E.
- 55 Wolf F. Zur Frage der Arthrose nach Meniskotomien
unter Berücksichtigung der BK 42. H. z. Un-
fallheilk. 1971/72

LEBENS LAUF

Am 13.3.1944 wurde ich als 2. Kind des Chirurgen Dr. med. Fritz Maier und seiner Ehefrau Eva in Oberstaufen/ Allgäu geboren.

Dort besuchte ich die Volksschule und trat 1955 in das Realgymnasium der Englischen Fräulein in Augsburg ein. An dieser Schule erfolgte 1964 die Ablegung der Reifeprüfung und im November des gleichen Jahres die Immatrikulation zum Medizinstudium an der Universität München.

1969 verheiratete ich mich mit dem damaligen Assistenzarzt Dr. med. Dietmar Becker. Am 21.8.1970 beendete ich das Medizinstudium mit der Ablegung der ärztlichen Prüfung. 1969 und 1973 kamen meine beiden Kinder zur Welt.

Im Februar 1972 wurde mir durch das Bayerische Innenministerium - nach Ableistung der Medizinalassistentenzeit - die Approbation als Ärztin zuerteilt.

Vom Oktober 1973 bis Oktober 1974 war ich als Assistentin in der Internistischen Privatklinik Dr. Schindlbeck in Herrsching tätig. Vom Juni 1975 bis Februar 1976 war ich als Assistentin auf der Internen Abteilung des Kreiskrankenhauses Altötting beschäftigt.

Herrn Prof. Dr. R. B e d a c h t danke ich für die Unterstützung
bei der Bearbeitung des Themas.

Herrn Prof. Dr. M. P ö s c h l danke ich für die Überlassung der
Röntgenfälle.

Frau S c h l ö t t e r e r danke ich für die Anfertigung der Röntgen-
bilder.

Besondererr Dank schulde ich meinem Mann Dr. B e c k e r für
die Auswertung und Befundung der Röntgenbilder.

